



# العلوم والتقنية

مجلة علمية تصدرها مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية العدد السابع رجب ١٤٠٩ | مارس ١٩٨٩



- الهاتف اللاسلكي السيار
- هوائيات التلفزيون



- يسرنا أن نؤكد على أن المجلة تفتح أبوابها لمساهماتكم العلمية وأستقبال مقالاتكم على أن تراعى الشروط التالية في أي مقال يرسل إلى المجلة :
- ١ - يكون المقال بلغة علمية سهلة بشرط أن لا يفقد صفته العلمية بحيث يشمل على مفاهيم علمية وتطبيقاتها .
  - ٢ - أن يكون ذا عنوان واضح ومشوق ويعطي مدلولاً على محتوى المقال .
  - ٣ - في حالة الاقتباس من أي مرجع سواء كان اقتباساً كلياً أو جزئياً أو أخذ فكرة يجب الإشارة إلى ذلك ، وتذكر المراجع لأي اقتباس في نهاية المقال .
  - ٤ - أن لا يقل المقال عن أربع صفحات ولا يزيد عن سبع صفحات طباعة .
  - ٥ - إذا كان المقال سبق أن نشر في مجلة أخرى أو أرسل إليها يجب ذكر ذلك مع ذكر اسم المجلة التي نشرته أو أرسل إليها .
  - ٦ - إرفاق أصل الرسومات والصور والنماذج والأشكال المتعلقة بالمقال .
  - ٧ - المقالات التي لا تقبل النشر لا تعاد لكاتبها .

## المحتويات

٢٩	الرادار	٢	مجمع ديراب لمحطات الأقمار الصناعية
٣٢	إتصالات الحاسبات	٤	الاتصالات مفهومها وأنواعها
٣٤	مفاهيم في الاتصالات	٨	الهاتف اللاسلكي السيار
٣٦	أمن المعلومات وعلم الشفرة	١١	الاتصالات الرقمية
٤٠	عرض كتاب	١٣	الاتصالات البصرية
٤٢	مساحة للتفكير	١٦	الطيف الترددي
٤٤	كتب صدرت حديثاً		اتصالات التوابع الأرضية
٤٥	شريط المعلومات	٢٠	( الأقمار الصناعية ) الحديثة
٤٦	بحوث علمية	٢٤	الاتصالات البحرية عبر التوابع
٤٧	الاتحاد الدولي للاتصالات	٢٥	هوائيات الاتصالات
٤٨	مع القراء	٢٧	هوائيات التلفزيون

## الرسالة

مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية

الإدارة العامة للتوعية العلمية والنشر

ص.ب ٦٠٨٦ - الرمز البريدي ١١٤٤٢ - الرياض

ترسل المقالات باسم رئيس التحرير : ٤٧٨٨٠٠٠

Journal of Science & Technology

King Abdulaziz City For Science & Technology

Gen. Direct. of Sc. Awa. & Publ. - P.O.Box 6086

Riyadh 11442 Saudi Arabia



تابع أرضي



أنظمة الاتصالات



هوائي للاتصالات

يمكن الاقتباس من المجلة بشرط ذكر اسمها مصدراً للمادة المقتبسة  
- الموضوعات المنشورة تعبر عن رأي كاتبها -



المشرف العام :

د. صالح عبدالرحمن العذل

نائب المشرف العام :

د. عبدالله القدهي

رئيس التحرير :

د. عبدالله أحمد الرشيد

هيئة التحرير :

د. حسن تيم

د. أحمد المهندس

د. إبراهيم المعتاز

د. عبدالله الخليل

د. عصمت عمر

أ. محمد الطاسان



## كلمة التحرير

اعزاءنا القراء :

تواصل مجلتكم « العلوم والتقنية » مسيرتها باصدارها عددها الثالث من عامها الثاني . ولا شك ان مشاركتكم فيها وتجاوبكم معها هو الدعم الذي يؤمن استمرار هذه المسيرة نحو بلوغ هدفها المنشود . ولا يغيب على أحد أهمية الدور الذي تضطلع به وسائل الاتصالات ، فهي تدخل في جميع أوجه حياتنا اليومية وتمثل شريان الحياة لها ، ويروي لنا التاريخ عن وسائل الاتصال التي ابتكرها الأقدمون كضرورة اقتضاها تكييفهم في مجتمعات لها متطلباتها الحياتية . فقد كانت طريقة الانسان الأولى في الاتصال حمله للرسائل بنفسه مستعيناً في ذلك بالدواب ، وتوفيراً للوقت والجهد واستعجالاً في إيصال الرسائل فقد لجأ أيضاً إلى استخدام شفرات الطبول لنقل الرسائل فأنشأ لها محطات لنقلها بترديدها عبر المسافات الطويلة ، وقد استعان الفرس بالمحطات التي استخدمت فيها المشاعل النارية ، كما لجأ الاغريق والرومان إلى استخدام المرايا وأشعة الشمس لنقل رسائلهم .

ولم يقف تطوير الانسان لوسائل الاتصال عند طريقة معينة فقد دفعه إدراكه المستمر لقصور الوسائل المتاحة وما يعود به تطويره لها من توفير للوقت إلى مزيد من الاختراعات ، فقد أطلت مرحلة استخدام التقنية وتطويرها لتسهيل الاتصالات باختراع جهاز الهاتف ونقل الرسائل سلكياً ، وتلى ذلك الاتصال اللاسلكي عبر الطبقات الجوية وابتكر الاتصال الاذاعي والتلفزيوني ، ثم جاء عصر الاتصال عبر الأقمار الصناعية ، وما أن اكتشفت أشعة الليزر إلا وتم - ضمن استخداماتها العديدة - تطويرها لحمل الرسائل الهاتفية والإذاعية والتلفزيونية وغيرها ، وهكذا كانت ولاتزال تقنية وسائل الاتصال ماضية في تطورها ، وما تطرحه الأسواق من تقنيات متجددة لهذه الوسائل خير دليل على النهضة الهائلة في هذا المجال ، وتعد المملكة من الدول السباقة إلى استخدام آخر ما توصلت إليه تقنية الاتصالات من وسائل متطورة .

ولقد رأينا عزيز القاريء أن يحظى هذا الموضوع بالتناول لأهميته ، ونتمنى من الله ، أن نكون قد وفقنا في عرضه في هذا العدد بالمستوى الذي نصبوا إليه ليحوز على إعجابكم ، كما نود في الختام أن نشير للجهود الكبيرة التي بذلها معنا الدكتور ابراهيم القاضي من جامعة الملك سعود في ظهور هذا العدد .

والله من وراء القصد . . .

سكرتارية التحرير :

د. يوسف حسن يوسف

د. يس محمد الحسن

أ. محمد ناصر الناصر

الهيئة الاستشارية :

د. أحمد المتعب

د. منصور ناظر

د. عبدالعزيز عاشور

د. خالد المدني



## الاتصالات

العلوم والتقنية







## مجمع ديراب لمحطات الأقمار الصناعية

يضم مجمع ديراب لمحطات الأقمار الصناعية محطات أرضية تابعة للمملكة العربية السعودية للاتصال مع الأقمار الصناعية ، وكذلك محطة التحكم الرئيسة للقمر الصناعي العربي ( عربسات ) التابع للمؤسسة العربية للاتصالات الفضائية .

### أولاً : محطات الأقمار الصناعية

دخلت المملكة مجال الاتصالات الدولية عبر الأقمار الصناعية في عام ١٣٩٤ هـ وذلك عندما اكتمل إنشاء محطتي جدة والرياض للأقمار الصناعية . ولم تتجاوز سعة كل من هاتين المحطتين ١٢ قناة ، وكانتا تعملان مع محطة فوشينو بإيطاليا كمركز وسيط لتمرير الحركة مع ست دول أخرى . ونظراً لأن هاتين المحطتين لم تؤديا بكل متطلبات الاتصالات الدولية بالمملكة ، فقد بدأ التفكير آنذاك في إقامة محطات أرضية ذات مواصفات قياسية ( طراز أ ) للاتصالات مع الأقمار الصناعية لمنظمة اتصالات الدولية «منظمة الاتصالات الدولية عبر الأقمار الصناعية» ، وقد وقع الاختيار على منطقة ديراب كأفضل موقع لإقامة هذه المحطات الأرضية .

تقع ديراب على خط طول ٤٦,٣٨ درجة شرقاً وخط عرض ٢٤,٤١ درجة شمال خط الاستواء، وترتفع عن سطح البحر ٦٥٠ متراً ،

وتبعد حوالي ٣٥ كم عن مدينة الرياض . ومنذ عام ١٣٩٥ هـ - عندما تم إنشاء محطة (رياض - ١) - وحتى عام ١٤٠٥ هـ والتوسع مستمر في إنشاء عدد من المحطات وذلك لمواكبة التطور في مجال الاتصالات الدولية والمحلية والتي على أساسها أصبحت ديراب مجمعا للاتصالات الفضائية مجهزا بأحدث التقنيات الخاصة بالاتصالات .

وتبلغ مساحة مجمع ديراب ٨٠٠٠٠ متر مربع وهو مزود بمبان ومناطق سكنية وترفيهية ومسجد ، كما يضم محطات للطاقة الكهربائية والتشغيل والصيانة . وتتمثل مكونات هذا المجمع في الآتي :

- ١ - المبنى المركزي ويضم جميع معدات وأجهزة الاتصالات الأرضية والتحكم والمراقبة وتبلغ مساحته ٢٠١٦ متراً مربعاً .
- ٢ - مبنى محطة الطاقة الكهربائية ومساحته ٧٦٠ متراً مربعاً، ويحتوي على :

- (أ) عدد ٦ مولدات توربينية سعة كل منها ٤٣٥ كيلو فولت أمبير تمد المعدات والأجهزة

والإضاءة والتكييف بالطاقة الكهربائية اللازمة .  
( ب ) أجهزة المحافظة على استمرارية التيار وتنظيم الجهد بسعة ١٥٠ كيلو فولت أمبير لكل من محطتي (رياض - ١) و (رياض - ٤) الدوليتين .  
( جـ ) أجهزة التيار المستمر المنتظم بسعة ١٠ كيلو وات لمحطة (رياض - ١) فقط .

(د) بطاريات تشغيل أجهزة محطتي (رياض - ١) و (رياض - ٤) لمدة ٣٠ دقيقة في حالة انقطاع القوى الكهربائية الرئيسة «التوربينات» ويبلغ عدد هذه البطاريات ٢٧٠ بمحطة (رياض - ١) و ٥٤٠ بمحطة (رياض - ٤) .

٣ - مبنى هوائي المحطة الدولية الأولى (رياض - ١) وتبلغ مساحته ٧٠٠ متر مربع ، وقد تم إنشاؤه في شهر ذو القعدة ١٣٩٥ هـ ، وتبلغ سعته ٧٢ قناة هوائية بالإضافة إلى قناة تلفزيونية واحدة ، ويضم هوائي قياسي بقطر ٣٢ متراً مع معدات ومضخات القدرة العالية لحاملات الإرسال ومضخات القدرة المنخفضة



- ٣ - حاسبات آلية لمعالجة البيانات المختلفة .
- ٤ - لوحات التحكم والعرض والمراقبة .
- ٥ - نظام مولد الموجة المرشدة .
- ٦ - دوائر الخدمة الهندسية .

تقوم المحطة الرئيسة للقمر الصناعي العربي بمراقبة أداء نظام الأقمار الصناعية ، ومراقبة النظم الفرعية في المحطة . كما تقوم كذلك بمراقبة إشارات القنوات القمرية الخمس والعشرين في كل قمر صناعي (هناك قمران صناعيان في المدار في الوقت الحاضر) . هذا فضلاً عن أن هذه المحطة تقوم في مرحلة مدار التحويل والمدار النهائي المتزامن بالمهام التالية :

( أ ) القياس عن بعد: تستلم جميع البيانات وتعالج وتحلل لضمان عدم وجود شذوذ أو قصور في القمر الصناعي كما تحفظ جميع البيانات المعالجة لاستخدامها مستقبلاً عند الأعطال أو للحصول على سجل المسار التاريخي للقمر .

( ب ) التتبع وتحديد المدى والمدار: تجمع البيانات الخاصة بمدارات القمر الصناعي وتستخدم لتحديد المدار الحقيقي مقارنة بالمدار المتوقع ومن ثم تصدر الأوامر المناسبة إذا لزم الأمر .

( ج ) التحكم: يتم إرسال الأوامر السليمة بعد تحليل البيانات الواردة آلياً أو يدوياً بواسطة عامل التشغيل . ويتم إستلام اشعار من القمر الصناعي للتأكد من صحة الأوامر قبل تنفيذها .

هاتفية (تعمل بنظام القناة المفردة لكل تردد حامل) بالإضافة إلى قناة تلفزيونية واحدة ، وتتصل هذه المحطة بمركز الاتصالات الدولي بالمربع داخل مدينة الرياض وتستخدم لنقل البرامج التلفزيونية .

### ثانياً: محطة التحكم الرئيسة للقمر الصناعي العربي

هذه المحطة تابعة للمؤسسة العربية للاتصالات الفضائية ، وقد أنشئت عام ١٤٠٥هـ لتكون محطة التحكم الأرضية الرئيسة للقمر العربي ، وقد تم اختيار ديراب بعد أن أوضح المسح اللاسلكي خلوها من التداخلات المضرة ولوقوعها قرب مدينة الرياض حيث المقر الرئيس للمؤسسة . هذا وقد قرر مجلس إدارة المؤسسة أن تكون تونس مقراً لمحطة التحكم المساندة ، وهذه المحطة المساندة متصلة بالمحطة الرئيسة في شبكة واحدة . وقد تم تزويد محطة التحكم الرئيسة بالآتي :

١ - هوائين للإستقبال وللإرسال في النطاق سي (٤-٦ جيجاهيرتز) واستقبال فقط في النطاق اس (٢,٥ جيجاهيرتز) وملحق بها معدات الترددات اللاسلكية ، ويبلغ قطر كل هوائي ١٣ متراً ، ويقوم أحد الهوائين بالتتبع الآلي المتصل بينما يقوم الآخر بالتتبع الآلي التدريجي .

٢ - معدات السيطرة والقياس عن بعد وتحديد المدى والمراقبة .

الضوضاء لحاملات الإستقبال لدول المحيط الهندي . كما يضم مستودعاً لقطع ووحدات الغيار .

وبإكتثال محطة (رياض - ١) ارتفعت حركة الاتصالات الدولية بالمملكة مما استدعى زيادة عدد دوائرها لتصل إلى ٦٢٤ دائرة ، وهو أقصى عدد مسموح به من قبل منظمة اتصالات الدولية . هذا وتعمل محطة (رياض - ١) بنظام التعديل الترددي ، وتم توصيلها بوصلة ميكروويف سعتها ٩٦٠ قناة هاتفية وقناة تلفزيونية واحدة تعمل بنظام التردد المزدوج لنقل حركة الاتصالات مع دول المحيط الهندي . كما زودت المحطة بكابل محوري ذي نطاق يبلغ ١٨ ميجاهيرتز ليتمكن إستخدامه في نقل حركة الاتصالات مع دول المحيط الهندي في حالة صيانة وصلة المايكروويف .

٤ - مبنى هوائي المحطة الدولية الثانية (رياض - ٤) وتبلغ مساحته ٦٤٠ متراً مربعاً ، وقد اكتمل بناؤه عام ١٣٩٨هـ لمواكبة التوسع المستمر في الاتصالات الدولية الذي فاق طاقة المحطة الأولى ، وقد تم تصميم محطة (رياض - ٤) على أحدث التقنيات وبسعة ١٦٠ قناة بنظام القناة المفردة لكل تردد حامل ، إضافة إلى بث البرامج التلفزيونية ، ويضم مبنى المحطة هوائياً واحداً بقطر ٣٢ متراً مع معدات مضخمات القدرة العالية لحاملات الإرسال ومضخمات القدرة المنخفضة للضوضاء لحاملات الإستقبال لدول المحيط الأطلسي ، هذا وقد زودت المحطة بوصلة مايكروويف سعة ١٢٦٠ قناة هاتفية وقناة تلفزيونية واحدة تعمل بنظام التردد المزدوج لنقل حركة الاتصالات بدول المحيط الأطلسي .

٥ - المحطة الرئيسة للاتصالات المحلية وتبلغ مساحتها ٦٠٠ متر مربع ، وقد أنشئت قبيل محطة (رياض - ٤) لتأمين كافة الاتصالات المحلية الهاتفية والتلفزيونية لربط مدن المملكة . تشتمل المحطة على هوائي بقطر ١١ متراً وعدة مبان سابقة التجهيز تضم حاوية المعدات الإلكترونية للمحطة والمكاتب الإدارية وسكن العاملين وبها معدات القوى الكهربائية .

٦ - المحطة الإقليمية المتنقلة والمساندة للمحطة الرئيسة للاتصالات مع القمر العربي وهي محطة متنقلة تحمل على شاحنات ولكنها غير متنقلة أثناء تشغيلها ، وتبلغ سعتها ٤٩ قناة



لوحة مراقبة بمجمع ديراب





د. إبراهيم عبدالرحمن القاضي

كلية الهندسة — جامعة الملك سعود

من الصعب تخيل حياتنا اليومية بما فيها من التطور التقني الهائل الذي يشهده العالم بدون القدرة على الحصول على خدمات اتصال جيدة وميسورة . ان الاتصالات لعالم اليوم بمثابة الجهاز العصبي لجسم الانسان الذي لن يتمكن بدوره من معرفة مايجري في أجزاء وأطراف الجسم الأخرى ناهيك عن التحكم فيها . وبدء بالعصر الحجري ، فقد مرت الحضارة الانسانية بمرحلة « الثورة الزراعية » حين تحول الانسان من أكل النباتات الطبيعية والصيد إلى استزراع الأرض وتربية الحيوانات ، ثم بمرحلة « الثورة الصناعية » حين اعتمد الانسان على الطاقة الآلية بدل الاعتماد على عضلاته أو طاقة جسمه أو حيواناته . ونحن الآن نشهد عصر « ثورة المعلومات » حيث يعتمد رخاء الأمم واستمرار تطورها بعد الله على توليد وتخزين ونقل وتوزيع المعلومات . اننا اليوم نستطيع رفع ساعة الهاتف في البيت أو السيارة أو حتى في سفينة في عرض البحر أو طائرة في الجو لتتصل بأي مكان آخر في هذا العالم . كما اننا نستقبل الاذاعات والتلفزيون كحقيقة مسلم بها ، ودون أن نفكر كثيراً في الانجازات العظيمة التي كانت وراء تحقيقها كواقع ملموس ، كما أننا قد نستعمل أحياناً خدمات التلكس أو ارسال الوثائق عبر الهاتف ( الفاكس ) أو الاتصال بالحواسبات الآلية .

فإن الاتصالات تقوم بنقل المعلومات التي تمثل فكر الإنسان وثرواته العقلية والعلمية ، سواء أكانت هذه المعلومات صوتاً أو صورة أو بيانات أو أرقاماً متبادلة بين الحاسبات .

وربما يقول أحد القراء أن المعلومات قد تنقل عن طريق الكلام المباشر أو البريد أو الكتب ، أو الكلمة المقروءة ، فهل هذه أيضاً أنواع من الاتصالات ؟ والجواب هو نعم بشكل عام ، ولكن الاتصالات في عالم اليوم والتي نحن بصدها هنا هي بشكل دقيق نقل المعلومات من مكان إلى آخر باستخدام الإشارات الكهربائية

ونظراً للأهمية الكبيرة والمتزايدة للاتصالات في عصرنا الحاضر ، فستجد عزيزي القارئ في هذا العدد مجموعة من المقالات حول جوانب مختلفة من الاتصالات ، أما هذا المقال فسوف يركز على مفاهيم الاتصالات وأنواعها .

### ماهي الاتصالات ؟

الاتصالات بشكل عام « نقل المعلومات من مكان إلى آخر » . وكما أن وسائل المواصلات تقوم بنقل الناس أو ثرواتهم المادية ،

وبالإضافة إلى ذلك فهناك أنظمة اتصالات أخرى قد لا تكون معروفة أو متوفرة للأشخاص العاديين ، ولكن وجودها ضروري للنشاطات التجارية والحكومية وسلامة الإنسان والبيئة وزيادة الإنتاج الإقتصادي والعلمي والدفاع الوطني . ومن ذلك على سبيل المثال لا الحصر ، الملاحة والمراقبة الجوية والبحرية ، الرادار ، الاستشعار عن بعد ، رصد الطقس ، الفلك اللاسلكي ، اتصالات الرحلات الفضائية (غزو الفضاء) ، طائرات الإستطلاع والإنذار المبكر ، بث الأخبار والمعلومات عبر العالم بأسره وغيرها .



تحول صوت الإنسان الذي يحرك جزيئات الهواء بين فم المتكلم واللاقط إلى إشارات كهربائية عن طريق مقاومة كهربائية تتغير بالتضاغط والتخلخل ، وتؤدي بالتالي إلى تغير التيار المار في أسلاك جهاز الهاتف المتصلة بالمقسم الهاتفي (أنظر مقالة «الهاتف والاتصال الهاتفي» في العدد الرابع) من مجلة العلوم والتقنية ، شوال ١٤٠٨ هـ . كما أن كاميرات التلفزيون في محطة التلفزيون تقوم بتحويل المشاهد والصور إلى إشارات كهربائية ، يتم تكبيرها ومعالجتها بواسطة الأجهزة الإلكترونية في المحطة ، قبل بثها إلى المشاهدين كإشارات كهرومغناطيسية بواسطة هوائي الإرسال التلفزيوني الضخم المركب في قمة برج التلفزيون العالي . وبالمثل فإن هوائيات الاستقبال التلفزيوني لدى الناس تقوم بتحويل الموجات الكهرومغناطيسية القادمة إلى إشارات كهربائية تغذي أجهزة استقبال التلفزيون حيث تقوم الدوائر الإلكترونية داخل الجهاز باختيار المحطة المطلوبة وتكبير الإشارات القادمة ليتم في النهاية استخدام شعاع إلكتروني يتحول عند اصطدامه بالشاشة إلى صورة يراها المشاهدون .

والسؤال التالي هنا : طالما أن الضوء والحرارة والاتصالات وغيرها تنتقل عبر موجات كهرومغناطيسية فما هو الفرق بينها إذا ؟ إن الفرق الوحيد بين هذه الصور المختلفة للموجات الكهرومغناطيسية هو الاختلاف في نطاق الترددات أو الذبذبات لهذه الموجات ، فللضوء تردداته ، وللحرارة تردداتها ، ولطيف الاتصالات تردداته وهكذا . ويوضح الجدول رقم (١) نطاقات التردد المستخدمة في الاتصالات وتطبيقاتها المختلفة . (أنظر مقال «الطيف الترددي والاتصالات»).

### الاتصالات السلكية واللاسلكية

تنقسم الاتصالات من حيث وسيلة نقلها إلى اتصالات سلكية واتصالات لاسلكية . وكما هو واضح من الاسم فالإتصالات السلكية هي التي يتم فيها نقل المعلومات عبر أسلاك أو كوابل عن طريق تيارات كهربائية أو موجات كهرومغناطيسية . ومن أمثلة الإتصالات السلكية شبكات الهاتف داخل المدن ، أو شبكات إتصالات الحاسبات داخل المباني ، أو

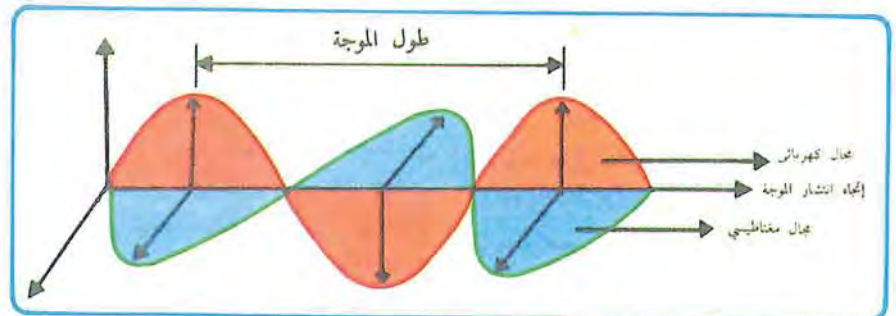
مباشرة هو في الواقع نتيجة قدرة حواسنا على استقبال الموجات الكهرومغناطيسية التي تمثل الضوء الصادر أو المنعكس عن الأشياء ، أو التي تمثل الإشعاع الحراري «غير المرئي» الصادر عن الأجسام الحارة . وبالتالي فالعين والمخ ما هما إلا نظام طبيعي لاستقبال الموجات الكهرومغناطيسية الضوئية وتفسير معانيها ، كما أن الجلد هو جهاز استقبال طبيعي لاستقبال الموجات الكهرومغناطيسية الحرارية حيث يتم نقلها عبر الجهاز العصبي إلى المخ الذي يتولى تفسيرها واتخاذ القرار المناسب بشأن التصرف حيالها . إن أجهزة استقبال الاتصالات ماهي إلا محاكاة لأجهزة الاستقبال الطبيعية لدى الإنسان .

ويتم توليد الموجات الكهرومغناطيسية باستخدام أجهزة ودوائر إلكترونية خاصة تقوم بتوليد إشارات كهربائية لها نفس التردد تنقل عبر أسلاك إلى أجهزة خاصة تسمى بهوائيات . وتقوم هذه الهوائيات بدورها بتحويل هذه الإشارات الكهربائية إلى موجات كهرومغناطيسية تبث في الجو المحيط . كما يمكن توليد موجات كهرومغناطيسية تنتشر داخل الكوابل أو الألياف البصرية وغيرها . إن

أو الموجات الكهرومغناطيسية . ولهذا فإن الاتصالات الكهربائية تتماز بقدرتها على نقل كمية كبيرة من المعلومات وبسرعة عالية جداً تقترب من سرعة الضوء التي تبلغ ثلاثمائة ألف كيلومتر في الثانية . ولكن ماهي الموجات الكهرومغناطيسية ؟

### الموجات الكهرومغناطيسية

طبقاً لقوانين الفيزياء فإن التيار الكهربائي ناتج عن حركة الشحنات الكهربائية ، وتؤدي هذه الحركة إلى وجود مجال كهربائي يقوم هو الآخر بإنتاج مجال مغناطيسي . ويقوم المجال المغناطيسي بتوليد مجال كهربائي آخر وهكذا دواليك ، ومن هنا تنتج الموجات الكهرومغناطيسية . وبالتالي فالموجات الكهرومغناطيسية هي عبارة عن مجال كهربائي ومجال مغناطيسي يتغيران بطريقة جيئية (موجية) . وعادة مايكون هذان المجالان متعامدين على بعضهما البعض وعموديين على اتجاه انتشار الموجات الكهرومغناطيسية كما هو موضح في شكل (١) . وبالمقارنة فإن الموجات



شكل (١) تعامد مجالي الموجة الكهرومغناطيسية الكهرومغناطيسي والمغناطيسي على بعضهما وعلى اتجاه الموجة

الصوتية هي اهتزازات ميكانيكية تحتاج إلى وسط مادي (غاز أو سائل أو صلب) للانتقال وبسرعات محدودة ، أما الموجات الكهرومغناطيسية فهي اهتزازات كهربائية مغناطيسية تنتشر في الفراغ أو الوسط المادي وبسرعة عالية جداً (سرعة الضوء) . والموجات الكهرومغناطيسية هي إحدى صور وجود الطاقة مثلها مثل الطاقة الكيميائية والطاقة الميكانيكية والطاقة النووية وغيرها . بل إن كل صور الطاقة الموجودة على كوكبنا هي نتاج للطاقة الكهرومغناطيسية التي تصل إلى كوكبنا كل يوم عن طريق اشعاع الشمس . إن رؤيتنا للأشياء أو احساسنا بالحرارة دون لمس مصادر الحرارة

الهوائيات ماهي إلا وسائل لتحويل الإشارات الكهربائية إلى موجات كهرومغناطيسية (في حالة الإرسال) أو العكس ، أي تحويل الموجات الكهرومغناطيسية إلى إشارات كهربائية ، (في حالة الاستقبال) . (أنظر مقال «هوائيات الاتصالات» ، ومقال «هوائيات التلفزيون» ) . ولعل القاري يتساءل ، ولكن كيف يتم نقل المعلومات عن طريق الإشارات الكهربائية ومن ثم الموجات الكهرومغناطيسية ؟ ولا شك أنه تساؤل جيد . إن المهمة الأولى في أي جهاز اتصالات هو تحويل المعلومات المراد نقلها عند المصدر إلى إشارات كهربائية ، فمرسل الهاتف في المنزل واللاقط (الميكروفون) في محطة الإذاعة



صفقات الاتصالات . ويكمن السبب في ذلك إلى أن الاتصالات هي سلعة ضخمة التكاليف أساساً ، إضافة إلى أنها تحتاج إلى تقنية عالية تفتقدها في كثير من الأحيان الدول النامية ، وتضطر في سبيل الحصول عليها إلى دفع مبالغ باهظة لشركات الدول المتقدمة المملوكة لهذه التقنية .

### ٢ - الإذاعة والتلفزيون :

رغم أن الإذاعة والتلفزيون يعدان أمراً مألوفاً لعامة الناس ، إلا أن القليل يدرك أنها نوع من أنظمة الاتصالات . فالإذاعة المرئية أو

والنقاط ، وترسل عبر البرق كنبضات معينة تمثل هذه الرموز . وكذلك فإن الاتصالات بين الحاسبات تتطلب إرسال رموز تمثل الصفر أو الواحد وبمعدل زمني معين . ويمكن باستخدام دوائر إلكترونية خاصة تحويل الإشارات التمثيلية إلى رقمية أو العكس . ورغم أن معظم الاتصالات اليوم هي اتصالات تمثيلية ، فإن هناك اتجاهًا متزايداً لاستخدام الاتصالات الرقمية . ويتوقع أن تسود الاتصالات الرقمية خلال عقد أو اثنين من الزمان . (أنظر مقال «الاتصالات الرقمية» ) .

### أنظمة الاتصالات المختلفة

تختلف أنظمة الاتصالات تبعاً لاختلاف الاحتياجات والتطبيق . وسنورد هنا بعضاً من أمثلة أنظمة الاتصالات المهمة بشكل موجز :

#### ١ - شبكة الهاتف :

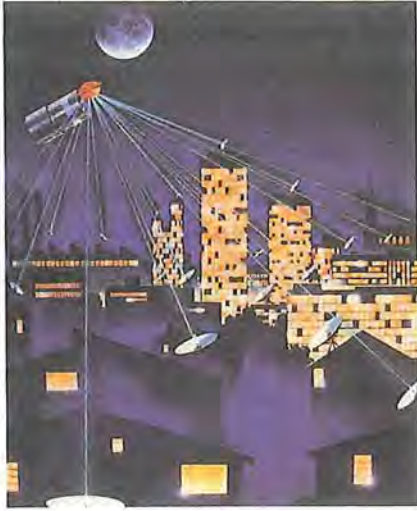
وهي أكثر أنظمة الاتصالات شيوعاً وانتشاراً ، وأكثرها شهرة لدى عامة الناس . وتتكون شبكة الهاتف من أجهزة الهاتف لدى المشتركين ، والمقاسم الهاتفية التي تخدم عدداً من المشتركين ، ثم خطوط التوصيل بين المشتركين والمقاسم ، إضافة إلى خطوط التوصيل بين المقاسم داخل المدينة أو بين المدن والدول . ويتم توصيل المشتركين بالمقاسم عن طريق اتصالات سلكية ، فيما عدا الهاتف السيار الذي يعتمد بالضرورة على استخدام اللاسلكي (أنظر مقال «الهاتف اللاسلكي السيار» ) . أما التوصيل بين المقاسم أو المدن فقد يتم عن طريق وصلات سلكية (كوابل محورية ، ألياف بصرية وغيرها) أو عن طريق اتصالات لاسلكية (ميكروويف أو توابع إتصالات) . ومن الجدير بالذكر أن تكاليف إنشاء الشبكات الهاتفية يشكل النسبة العظمى من الاستثمارات في مجال الاتصالات ، والدليل على ذلك أن أكبر شركة في التاريخ سواء من ناحية رأس المال أو عدد الموظفين ليست شركات البترول ولا شركات الأسلحة وإنما هي شركة الهاتف والبرق الأمريكية التي بلغت احتكاراتها حداً دفع /الحكومة الأمريكية إلى إصدار قانون بتقسيمها إلى أكثر من سبع شركات في عام ١٩٨٢م . كما أن أكبر الصفقات الدولية في المجال غير العسكري هي

خطوط الكوابل المحورية أو الألياف البصرية الممتدة بين مواقع مختلفة . أما الاتصالات اللاسلكية فهي التي تنقل فيها المعلومات عن طريق موجات كهرومغناطيسية تبث عبر الفراغ المحيط بوساطة هوائيات إرسال معينة ، وتستقبل في محطات الإستقبال بوساطة هوائيات أخرى . ومن أمثلة الاتصالات اللاسلكية الإذاعة والتلفزيون ، واتصالات الأقمار الصناعية والاتصالات السيار (هاتف السيارة) والرادار واتصالات الطائرات والسفن . ونظراً لأن الاتصالات اللاسلكية تبث في الهواء مباشرة ، فإن بإمكان أي شخص مزود بأجهزة الإستقبال المناسبة أن يتصنت ويعرف المعلومات المبثوثة (بل قد يشوش عليها) . وأما الاتصالات السلكية فإن اختراقها يتطلب أجهزة أكثر تعقيداً ، ولكنها هي الأخرى غير مأمونة تماماً . وتعتبر مشكلة أمن الاتصالات وحمايتها من الإختراق أو التشويش إحدى القضايا المهمة ليس فقط في الاتصالات الأمنية والعسكرية والدبلوماسية ، بل حتى في الاتصالات التجارية والخاصة . وهناك عدة طرق لحماية المعلومات يتطرق إليها مقال «أمن المعلومات وعلم الشفرة» .

### الاتصالات التمثيلية والرقمية

يمكن أيضاً تقسيم الاتصالات إلى اتصالات تمثيلية أو اتصالات رقمية . فالإتصالات التمثيلية هي تلك التي تستخدم إشارات كهربائية تتغير باستمرار مع الزمن . ومثال ذلك شبكة الهاتف الحالية حيث تتغير قيمة التيار الكهربائي في السلك الواصل بين مقسم الهاتف وبين هاتف المنزل ، بشكل يتناسب مع صوت المتكلم الذي يتغير باستمرار وقد يأخذ أي قيمة ضمن مدى محدد حسب الكلمات وشدة الصوت وطبيعة صوت المتكلم . وكذلك فإن الإذاعة والتلفزيون هي أمثلة أخرى للاتصالات التمثيلية .

أما الاتصالات الرقمية فهي تلك التي تستخدم إشارات رقمية . والإشارات الرقمية هي تلك التي تأخذ قيمة محددة عند لحظات معينة من الزمن . ومثال ذلك الإتصال البرقي (أو التلغرافي) حيث يرمز لكل حرف من حروف اللغة بمجموعة معينة من الرموز (الشروط



البث عبر الأقمار الصناعية

المسموعة تنقل معلومات من محطة الإرسال إلى المشاهدين والمستمعين في منازلهم أو مكاتبهم أو سياراتهم باستخدام الموجات الكهرومغناطيسية ، وهي لهذا أنظمة اتصالات (تسمى أحياناً بأنظمة الاتصالات الجماهيرية) . ويكمن الفرق بينها وبين شبكات الهاتف في كون الإذاعة نظام إتصال من طرف إلى آخر وفي اتجاه واحد فقط ، كما أنها (أي الإذاعة) هي إتصالات لاسلكية ، في حين أن الهاتف هو غالباً اتصال سلكي .

### ٣ - المركبات الفضائية والأقمار الصناعية :

ويشمل هذا النظام الاتصالات مع المركبات الفضائية المستخدمة في رحلات غزو الفضاء ، أو التوابع (الأقمار الصناعية) بمختلف أنواعها ، توابع الإستشعار عن بعد ، توابع الإستطلاع والتنجس ، توابع الملاحية ، توابع رصد الطقس ، توابع الاتصالات . وأكثر هذه الأنظمة شيوعاً هو توابع الاتصالات التي



رقم الطاق	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠	١١
التردد	٣ م كيلوهرتز	٣٠٠ كيلوهرتز	٣ ميجاهرتز	٣٠ ميجاهرتز	٣٠٠ ميجاهرتز	٣ ميجاهرتز	٣٠ ميجاهرتز	٣٠٠ ميجاهرتز
طول الموجة	١٠٠ كم	١ كم	١٠٠ م	١٠ م	١ م	١٠ م	١٠ م	١ م
اسم النطاق	الترددات المنخفضة جداً (الموجات الطويلة)	الترددات المنخفضة (الموجات الطويلة)	الترددات المتوسطة (الموجات المتوسطة)	الترددات العالية (الموجات القصيرة)	الترددات العالية جداً (الموجات القصيرة)	الترددات العالية جداً (الموجات القصيرة)	الترددات العالية جداً (الموجات القصيرة)	الترددات العالية جداً (الموجات القصيرة)
رمز النطاق	VLF	LF	MF	HF	VHF	UHF	SF	EHF
أحد مدى الاتصال	١٠٠٠ كم	٣٥٠٠ كم	١٥٠٠ كم	١٨٠٠٠ كم	خط الرؤية (٢٠٠ - ١٠٠٠ كم)	خط الرؤية	خط الرؤية	خط الرؤية
أهم الاستخدامات	البحر العملي البحر العملي البحر العملي البحر العملي البحر العملي البحر العملي البحر العملي البحر العملي	البحر العملي البحر العملي البحر العملي البحر العملي البحر العملي البحر العملي البحر العملي البحر العملي	البحر العملي البحر العملي البحر العملي البحر العملي البحر العملي البحر العملي البحر العملي البحر العملي	البحر العملي البحر العملي البحر العملي البحر العملي البحر العملي البحر العملي البحر العملي البحر العملي	البحر العملي البحر العملي البحر العملي البحر العملي البحر العملي البحر العملي البحر العملي البحر العملي	البحر العملي البحر العملي البحر العملي البحر العملي البحر العملي البحر العملي البحر العملي البحر العملي	البحر العملي البحر العملي البحر العملي البحر العملي البحر العملي البحر العملي البحر العملي البحر العملي	البحر العملي البحر العملي البحر العملي البحر العملي البحر العملي البحر العملي البحر العملي البحر العملي

جدول (١) نطاقات التردد المستخدمة في الاتصالات وتطبيقاتها المختلفة

المواقع باستخدام التتابع (جي.بي.اس)، ونظيره الروسي (جلوناس).

#### ٩ - شبكة الخدمات الرقمية المتكاملة :

وهذا مفهوم جديد في الاتصالات يرمي إلى توحيد جميع خدمات الاتصالات وجمعها في شبكة واحدة، بحيث يدخل إلى المشترك في المنزل أو المكتب سلك واحد (أو هوائي واحد) يوفر خدمات الاتصال الهاتفية، والبرامج الإذاعية والتلفزيونية وخدمات البيانات والاتصال بخدمات المعلومات وغيرها من الاتصالات الضرورية في نفس الوقت، وباستخدام شبكة واحدة لتوصيل جميع المشتركين. وستستخدم الاتصالات الرقمية في هذه الخدمات بحيث تكون إشارات الهاتف أو الإذاعة أو التلفزيون أو الصورة كلها على هيئة رقمية، ويتم تحويلها بواسطة أجهزة الاستقبال المناسبة لدى المشترك إلى هيئتها الأصلية، وهناك حالياً اهتمام عالمي واسع بهذا المفهوم، كما أن بعض الشركات والدول المتقدمة قد بدأت ببناء شبكات خدمات رقمية تجريبية متكاملة في بعض المدن، وهناك كثير من المنتجات التي بدأت تغزو الأسواق مباشرة بقرب انتشار هذه الشبكة. وتصور عزيزي القارئ إمكانات استقبال عدد من برامج الإذاعة والتلفزيون والمعلومات وبالطبع المكالمات (وربما المكالمات المرئية) عن طريق سلك الهاتف الذي يدخل منزلك، وقد تستطيع ذلك وأنت في سيارتك أو في رحلة برية أو جوية...!

الموجات الكهرومغناطيسية من نقطة إلى أخرى على طول المسار. ويمكن مشاهدة هذه الأبراج بكثرة حول المدن والطرق السريعة في المملكة.

#### ٧ - شبكات البيانات :

هي شبكات متخصصة في نقل البيانات والاتصالات بين الحاسبات الآلية. وبطبيعة الحال فإن هذه الشبكات هي اتصالات رقمية في المقام الأول. وهناك حالياً عدد من الشبكات الموجودة في الخدمة في مناطق كثيرة من العالم وخصوصاً في الدول المتقدمة. هذا وسيتم افتتاح شبكة بيانات عامة بالمملكة خلال عام ١٤١٠هـ (١٩٨٩م). كما يجب الإشارة هنا إلى أن هناك شبكة بيانات لنقل المعلومات بين بعض الجامعات ومراكز البحوث في المملكة والكويت، وتسمى هذه الشبكة بشبكة الخليج للاتصالات الأكاديمية (GULF NET). هذا وقد تزايد الإهتمام العلمي والدولي بشبكات الحاسبات نظراً للدور المتعاظم الذي تلعبه الحاسبات في عالم اليوم. (أنظر مقال «اتصالات الحاسبات»).

#### ٨ - الملاحة والمساحة وتحديد المواقع :

هناك حالياً عدد من أنظمة الاتصالات التي تخدم الملاحة (تحديد الموقع والسرعة) والمساحة ومعرفة الاتجاهات والمواقع. ونذكر منها على سبيل المثال نظام لوران سي الملاحي، والأجهزة الإلكترونية لقياس المسافة باستخدام الموجات الكهرومغناطيسية، ونظام التتابع الصناعية (ترانزيت)، والنظام الأمريكي لتحديد

تستخدم كمحطة استقبال وبث في الفضاء لتأمين الاتصالات في منطقة واسعة من الأرض أو عبر الكرة الأرضية بكاملها. ونذكر منها على سبيل المثال القمر الصناعي العربي، والقمر الدولي (انتلسات)، والقمر الدولي للاتصالات البحرية (انغراسات). (أنظر مقال «اتصالات التتابع الأرضية» ومقال «الاتصالات البحرية عبر التتابع»).

#### ٤ - الرادار :

رغم أن الرادار لا يتيح الاتصال بالمعنى التقليدي بين طرفين، إلا أنه نظام اتصالات لأنه يتيح الحصول على معلومات حول الطائرات أو السفن القادمة أو حول الظروف الجوية أو العوائق الطبيعية وغيرها. (أنظر مقال «الرادار»).

#### ٥ - الاتصالات البصرية :

وهي استخدام الموجات الضوئية (وهي موجات كهرومغناطيسية) في نقل كميات كبيرة من المعلومات عبر ألياف بصرية صغيرة جداً. (أنظر مقال «الاتصالات البصرية»).

#### ٦ - شبكات الموجات الدقيقة

(الميكروويف) :

الموجات الدقيقة أو موجات الميكروويف هي الموجات التي تتراوح أطوالها بين ١ سم و ١٠ سم وتشغل النطاق الترددي المحصور بين ٣ و ٣٠ جيجاهيرتز (أنظر الجدول ١).



وحدة إرسال ميكروويف

تستخدم هذه الموجات في نقل المكالمات الهاتفية والتلكسية وبرامج الإذاعة والتلفزيون وبيانات الحاسب بين المدن عبر مسافات شاسعة، وباستخدام عدد كبير من الأبراج التي تحمل أطباقاً صغيرة تستخدم كهوائيات لتوجيه





# الهاتف اللاسلكي السيار

م. عبدالله عبدالعزيز الضراب  
إدارة الاتصالات بعيدة المدى  
وزارة البرق والبريد والهاتف

كان الناس في الماضي يتطلعون لطريقة سهلة تمكنهم من ارسال رسائلهم بسرعة وبسهولة وعبر مسافات بعيدة حتى أواخر القرن التاسع عشر الميلادي ، وبالتحديد عندما تمكن العالم الايطالي ماركوني من استقبال اشارات برقية لاسلكية طورت في مطلع هذا القرن لتنقل مكالمات هاتفية بشكل يسير ساهمت إلى حد كبير في تحقيق أحد الآمال التي كان يصبو إليها الانسان .

ولكن التقدم الحضاري السريع الذي نعيشه يوماً بعد يوم جعلنا نبحث عن حلول عاجلة للمشاكل المتزايدة والمصاحبة لهذا التقدم ، فازدياد حجم وعدد المركبات المتحركة سواء الأرضية أم البحرية أم الجوية ، وازدياد سرعتها ، واتساع المسافات التي تقطعها ، جعل هناك حاجة ماسة وضرورية لايجاد وسائل اتصال تتناسب مع هذه المركبات لتأمين سلامة الركاب أولاً ، بالتوجيه والانذار وتزويدها بكل ما يحتاجه من معلومات مختلفة أثناء تنقلاتها ، وثانياً لتأمين وسائل الاتصال المناسبة للركاب لربطهم مع من حولهم أثناء سفرهم وتنقلاتهم .

## نظام الهاتف اللاسلكي السيار اليدوي

في مطلع الربع الأول من هذا القرن بدأت أنظمة الاتصالات اللاسلكية الهاتفية الأرضية المتنقلة تظهر للوجود . إلا أنها كانت في البداية تقتصر على قطاعات خاصة ومحدودة ، وكانت يدوية ويسيرة وذات ساعات محدودة تعتمد إلى حد كبير على عامل تبديل يقوم بربط هاتف المشترك بالهاتف الذي يريده إذا أمكن الحصول على قناة شاغرة .

وبطبيعة الحال فإن هذه الأنظمة اليدوية لم تجد استحساناً لدى الجميع لأسباب منها :  
١ - الحاجة إلى الوجود المستمر لعدد كبير من عمال التبديل .  
٢ - محدودية التغطية اللاسلكية .  
٣ - ضرورة تأمين عدد مرتفع من قنوات الترددات اللاسلكية لخدمة عدد محدود من المشتركين .

## نظام الهاتف اللاسلكي السيار الآلي

في مطلع السبعينات تم تطوير هذا النظام من يدوي إلى آلي ، فلم يعد ثمة حاجة لعامل تبديل دائم في المحطة الثابتة ، حيث أصبح بإمكان المشترك التنقل أن يطلب الرقم الذي يريده وهو في سيارته مباشرة بطريقة آلية ودون تدخل عامل تبديل . ولكن هذا التطوير وحده لم يكن كافياً لحل كافة العوائق التي كانت تقابل النظام اليدوي . فسعة النظام مازالت

محدودة ، وطريقة استخدام الطيف الترددي المحدود مازالت غير اقتصادية ، فالطيف الترددي ينقسم إلى نطاقات فرعية متعددة تستخدم لأغراض مختلفة منها البث الإذاعي والتليفزيوني وغيره بما فيها الهاتف اللاسلكي السيار ، وليس من المعقول بالطبع توسعة نظام الهاتف اللاسلكي السيار على حساب الخدمات اللاسلكية الأخرى . كما أنه لا يمكن ضمن منطقة محدودة استخدام تردد واحد لأكثر من غرض واحد ، حيث أن إرسال مكالمتين مثلاً في وقت واحد على تردد معين ضمن منطقة واحدة يؤدي إلى تدخل هاتين المكالمتين عند الاستقبال على هذا التردد .

ولأن نطاق الطيف المخصص لخدمات الهاتف اللاسلكي السيار يحتوي على عدد محدود من ترددات الإرسال ، فإن عدد القنوات اللاسلكية التي يمكن تخصيصها ضمن منطقة معينة في وقت واحد محدود أيضاً بهذا العدد ، ويؤدي ذلك بطبيعة الحال إلى الحد من السعة الإجمالية لأنظمة الهاتف اللاسلكي السيار .

## نظام الهاتف اللاسلكي السيار الخلوي

لم يقف المختصون في مجال الهاتف السيار مكتوفي الأيدي أمام هذه المشكلة ، خصوصاً بعد أن تزايد الطلب وبشكل غير متوقع على خدمة الهاتف اللاسلكي السيار ، بل فكروا في إيجاد حلول مناسبة لتجاوز مشكلة الترددات ، وزيادة السعة القصوى للأنظمة اللاسلكية



ولنفرض بأن المحطة اللاسلكية القاعدية رقم (٣) تظهر أفضل أنواع الإستقبال كما هو موضح في الشكل رقم (٣).

٣- يقوم مقسم الهاتف السيار عندئذ بتحويل المكالمات إلى المحطة اللاسلكية القاعدية رقم (٣)، ثم يأمر جهاز الهاتف السيار بالتحويل إلى قناة جديدة.

٤- ينتقل الهاتف اللاسلكي السيار بعد ذلك إلى المحطة اللاسلكية القاعدية رقم (٣) على قناة جديدة، ويتم فصل المحطة اللاسلكية القاعدية السابقة (أنظر شكل ٤). ويلاحظ

العقل المدبر - بتنفيذ الاتصالات مع مقسم الهاتف السيار، وهي تتحكم أيضاً بالمرسل والمستقبل وبالإشراف على الأعطال في محطة اللاسلكي القاعدية.

ومن المميزات التي يتمتع بها نظام الهاتف اللاسلكي السيار الحديث إمكان إنتقال المشترك من منطقة تغطية إلى منطقة تغطية أخرى مجاورة دون إنقطاع المكالمات الهاتفية (إمكان التجوال)، فقد يحدث أثناء إجراء المكالمات أن تمر السيارة عبر حدود منطقة أو أكثر من مناطق التغطية اللاسلكية، ويتعين في هذه الحالة، تحويل

المستخدمة لهذا الغرض، ومن الحلول المستخدمة التي أثبتت نجاحها حتى الآن هو نظام الهاتف السيار الخلوي (متعدد الخلايا)، ويعتمد هذا النظام بأيسر أشكاله على تقسيم المنطقة المراد تغطيتها بالخدمة اللاسلكية إلى مناطق صغيرة أو خلايا بحيث يتوسط كل خلية من هذه الخلايا محطة قاعدية خاصة بها، ويتوقف تحديد حجم الخلية على عدة أمور منها:

- السعة القصوى للنظام.
- نوعية الترددات اللاسلكية المستخدمة.
- طبيعة المنطقة.

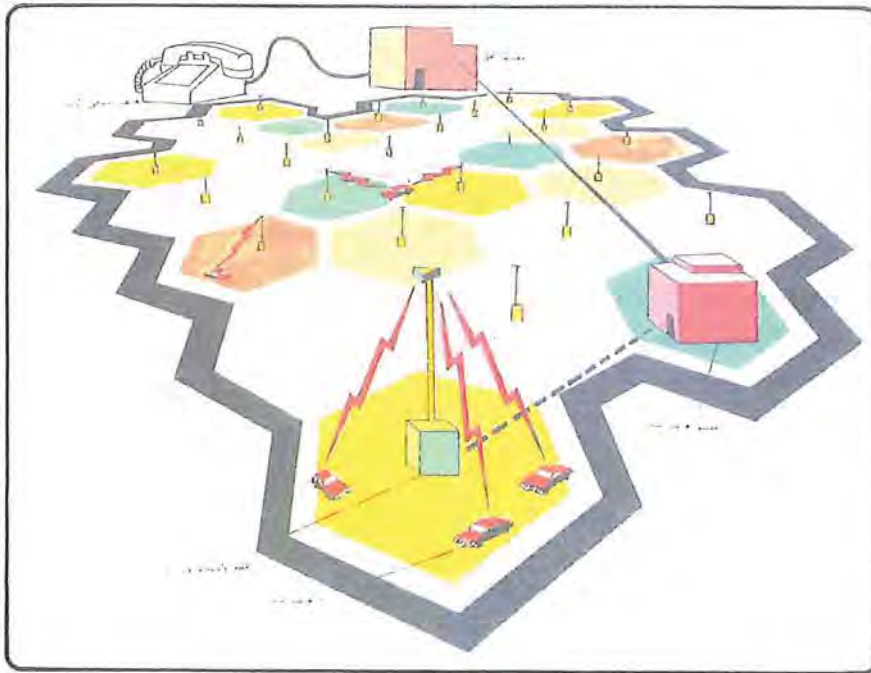
ومن خلال هذا التنظيم يمكن إعادة استخدام الترددات المستخدمة في إحدى الخلايا لخلايا أخرى في نفس الوقت وذلك لتغطية منطقة معينة بالخدمة اللاسلكية السيار، على ألا تكون تلك الخلايا متجاورة تماماً منعاً لتداخل المكالمات. (أنظر شكل ١).

## وصف موجز لمكونات نظام الهاتف اللاسلكي السيار

يتكون نظام الهاتف اللاسلكي السيار، بأيسر شكل له، من هواتف لاسلكية متنقلة، ومحطات لاسلكية قاعدية ثابتة، ومقسم هاتف سيار مرتبط بالشبكة المحلية (أنظر شكل ١). ويقوم مقسم الهاتف السيار بمتابعة ومعالجة المعلومات التي يجري تبادلها باستمرار بين جهاز الهاتف السيار وأية محطة لاسلكية قاعدية، الأمر الذي يمكن المقسم من متابعة جهاز الهاتف السيار المتجول، وبالتالي يقوم تلقائياً بتحويل الخدمة الهاتفية له عبر المحطة التي تتيح له أفضل وأوضح خدمة هاتفية ضمن المنطقة التي يغطيها المقسم.

وتستمر هذه المتابعة والتعقب أيضاً أثناء إجراء المكالمات، وإذا تطلب الأمر يقوم المقسم بطريقة آلية باختيار محطة لاسلكية قاعدية أخرى أفضل مكاناً من المحطة التي تجري عبرها المكالمات دون التسبب في إزعاج المكالمات الجارية.

وتتولى المحطة اللاسلكية القاعدية، المرتبطة بمقسم الهاتف السيار، مهمة الإتصال اللاسلكية بأي جهاز من أجهزة الهاتف السيار المتجولة ضمن حدود منطقة معينة حولها ويتم ذلك عبر عدد من القنوات اللاسلكية، حيث تحتوي كل قناة لاسلكية على مرسل ومستقبل ووحدة تحكم، وتقوم هذه الوحدة - باعتبارها



شكل (١) نظام الهاتف اللاسلكي السيار الخلوي

المكالمات إلى محطة لاسلكية مجاورة للإحتفاظ بنوعية مرضية من الإرسال، ويتم عملية التحويل كما يلي:

## نظرة مستقبلية

إن أنظمة الهاتف اللاسلكي السيار (الخلوية) المستخدمة حالياً في العالم تشابه إلى حد بعيد من حيث الفكرة والهدف، إلا أنها تختلف في بعض أمور فنية أهمها الترددات ونظم الإشارات، وقد لجأت بعض الدول مثل الدول الاسكندنافية إلى استخدام نظام واحد لتمكين المشترك من استخدام نفس هاتفه اللاسلكي في أي من هذه الدول، طالما أنه ضمن منطقة مغطاة لاسلكياً. إلا أن كثيراً من دول العالم تبنت أنظمة مختلفة، أوجدت عائقاً أمام

١- تقوم محطة اللاسلكي القاعدية أثناء إجراء المحادثة بإرسال «إشارة متابعة» إلى جهاز الهاتف اللاسلكي السيار بصفة مستمرة، وتعاد هذه الإشارة من قبل الهاتف السيار إلى المحطة القاعدية لقياس درجة وضوحها (أنظر شكل ٢).

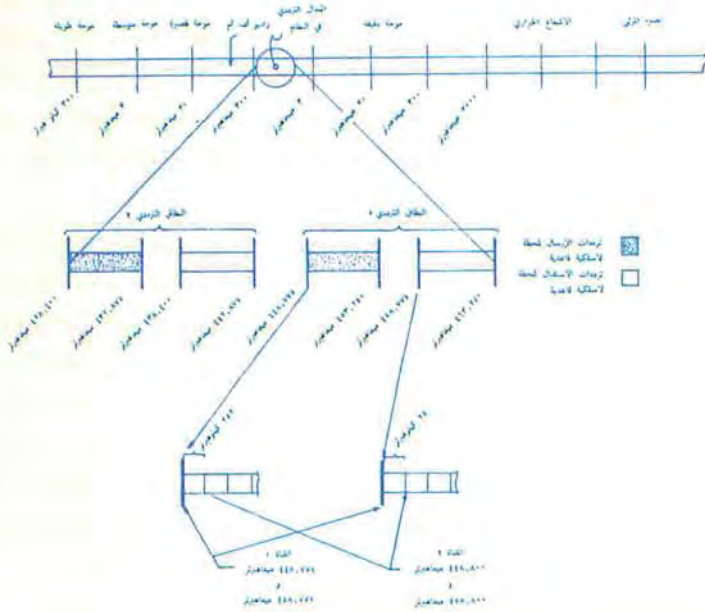
٢- عندما تبعد السيارة عن محطة اللاسلكي القاعدية المرتبطة بها أصلاً يضعف وضوح الإشارة، وعند ذلك ترسل محطة اللاسلكي القاعدية إشارة خاصة إلى مقسم الهاتف السيار الذي يقوم بعد استقبال هذه الإشارة بإصدار الأوامر للمحطات اللاسلكية القاعدية المجاورة لقياس شدة الإشارة،



## الهاتف السيار في المملكة العربية السعودية

بدأت خدمة الهاتف الآلي السيار في المملكة في محرم ١٤٠٢هـ ، واكتملت توسعة النظام في عام ١٤٠٤هـ ، وتبلغ السعة الكلية لنظام الهاتف الآلي السيار في المملكة حوالي ٢٠٠٠٠ خط هاتفي ، وقد وصل عدد المشتركين (الخطوط العاملة) في العام الماضي (١٤٠٨هـ) حوالي ١٢٠٠٠ مشترك ، وتبلغ عدد المحطات اللاسلكية القاعدية حوالي ٥٥ محطة منتشرة في جميع مناطق المملكة وتؤمن التغطية اللازمة لجميع المدن الرئيسة وعدد من القرى والطرق الهامة (مثل طريق الرياض - الخرج ، طريق جدة - مكة - الطائف - المدينة) . وقد قسمت المملكة إلى ثلاث مناطق رئيسة (الشرقية والوسطى والغربية) يخدم كل منها مقسم واحد للهاتف السيار ، ويعمل النظام حالياً - كما يتضح من الشكل رقم (٥) - على نطاقين ترددين ضمن نطاق الترددات فوق العالية (UHF) ، وهما :

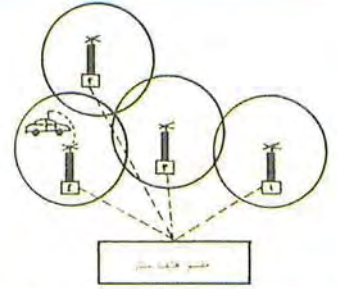
- النطاق ١ : ٤٤٨,٧٧٥ - ٤٥٣,٢٥ ميگاهيرتز : ارسال المحطات القاعدية
- ٤٥٨,٧٧٥ - ٤٦٣,٢٥ ميگاهيرتز : استقبال المحطات القاعدية
- النطاق ٢ : ٤٢٨,٤ - ٤٣٢,٨٧٥ ميگاهيرتز : ارسال المحطات القاعدية
- ٤٣٨,٤ - ٤٤٢,٨٧٥ ميگاهيرتز : استقبال المحطات القاعدية



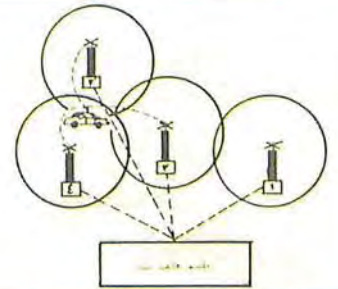
شكل (٥) النطاقات الترددية للهاتف الآلي السيار في المملكة

الحد من تعدد أنظمة الهاتف اللاسلكي السيار في العالم ، فقد شكل لجان عمل مهمتها وضع الخطوط العريضة والتوصيات الفنية لنظام الهاتف السيار في المستقبل وتحديد الإطار العام لهذا النظام ، وتجدر الإشارة إلى أن المملكة العربية السعودية من الدول التي شاركت في أعمال هذه اللجان منذ بدايتها .

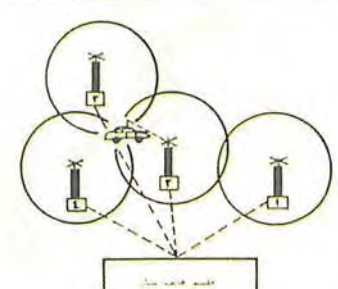
هذا ومن المحتمل أن يصبح الهاتف اللاسلكي السيار في المستقبل صغير الحجم جداً ، ويأخذ شكلاً غير الشكل المألوف حالياً . وقد لا يقتصر استخدامه على السيارة فقط ، بل يمكن وضعه في الجيب والتنقل به في كل مكان سواء في الشارع أم المبنى أم القطار أم الطائرة أم الباخرة ، وبطبيعة الحال فإنه لا يمكن تحقيق ذلك إلا بعد أن تتفق كافة الدول على تخصيص نطاق ترددي موحد لاستخدامه لهذا الغرض ، بالإضافة إلى ضرورة الاتفاق على أمور أخرى سواء أكانت من الناحية الفنية أم الإدارية ، وعلى أية حال فقد أثبتت التطورات التقنية أنه ليس ثمة شيء يتعذر تنفيذه ، إذا ما وجد الوفاق وحل السلام بين شعوب العالم .



شكل (٢) الهاتف السيار مرتبط بالمحطة (٤)



شكل (٣) رصد واختيار الإشارة الأقوى



شكل (٤) الهاتف السيار يرتبط بالمحطة «٣» المشتركين يحول دون استخدام هواتفهم اللاسلكية في غير بلدانهم . وقد أحست بعض هذه الدول بضرورة توحيد هذه الأنظمة للفوائد الاقتصادية والفنية ، والمميزات التي ستعود عليها من جراء هذا التوحيد ، وعلى ضوء ذلك فقد اجتمع عدد كبير من الدول الأوروبية لوضع مواصفات مشتركة لنظام هاتف لاسلكي سيار خلوي مشترك أطلق عليه اسم النظام الأوروبي ، ومن المتوقع تطبيق هذا النظام في مطلع عام ١٩٩١م ، ومن جهة أخرى فقد بدأت دول الخليج العربي أيضاً ببحث موضوع التكامل بين شبكات الهاتف اللاسلكي السيار فيها ، وليس من المستبعد أن تتفق جميع الدول العربية في وضع مواصفات مشتركة لنظام هاتف سيار موحد (يطلق عليه نظام الهاتف اللاسلكي السيار العربي) . وحرصاً من الاتحاد الدولي للاتصالات على



# الاتصالات الرقمية

د. عادل أحمد علي

كلية الهندسة - جامعة الملك سعود

تأخذ المعلومات المرسلَة إحدى صورتين : تمثيلية أو رقمية ، فالاتصالات الهاتفية والاذاعية والتلفزيونية هي أمثلة على النوع الأول ، أما الاتصالات بين الحاسبات والاتصالات البرقية فهي معلومات رقمية . وعلى الرغم من أن الغالبية العظمى من أنظمة الاتصالات في العالم هي أنظمة تمثيلية ، إلا أن السنوات العشرة الأخيرة قد شهدت تحولاً كبيراً نحو الاتصالات الرقمية ، ومن المؤكد أن يستمر هذا التحول لتصبح جميع أنظمة الاتصالات أنظمة رقمية قبل مرور عقد أو عقدين من الزمان على الأكثر . ولكي نتفهم بصورة عامة ما يميز كلا من نوعي الاتصالات والأسس التي قامت عليها الاتصالات الرقمية وتطبيقاتها دعونا نستعرض التالي :

## الارسال التمثيلي والارسال الرقمي

تشغل الإشارات في الإرسال التمثيلي حيزاً متصلاً من الترددات ، كما في الإرسال الإذاعي المسموع أو المرئي (التلفزيون) لموجات الصوت والصورة ، فإذا أرسلت إشارات تمثل موسيقى عالية الجودة فإن نطاقاً ترددياً متصلاً يبدأ من ٣٠ هيرتز إلى ٢٠٠٠٠ هيرتز سوف يرسل ، وتتغير شدة التيار المرسل على أسلاك الهاتف مثلاً بصورة متصلة تحاكي تغير شدة الصوت الذي نميزه الأذن .

أما الأساس في حالة الإرسال الرقمي فإن الإشارة المرسلَة تأخذ قيمة معينة من بين عدد محدد من القيم عند لحظات زمنية معينة مثلها في ذلك مثل الإشارات الكهربائية داخل الحاسب الآلي التي تأخذ إحدى قيمتين فقط ، إحداهما تمثل الصفر والأخرى تمثل الواحد ، أي أن هناك قيمتان فقط أما صفر وأما واحد ، وتمثل كهربائياً بقيمتين محددين للجهد الكهربائي في الدوائر الإلكترونية كأن يكون الجهد ٥ فولت ممثلاً للواحد بينما الجهد ١ فولت ممثلاً للصفر . وتسمى الإشارة الرقمية في هذه الحالة إشارة ثنائية (بت) ، ويوضح الشكل (١) مثلاً للإشارات التمثيلية والرقمية .

ويمكن لقناة تمثيلية ، مثل القناة الهاتفية ،

ناحية المبدأ فإنه بالإمكان نقل أية إشارة تمثيلية عبر القنوات الهاتفية الرقمية باستخدام تعديل شفرة النبضات .

وربما يتساءل القارئ أي النظامين أكثر كفاءة من الآخر ؟ فيما يلي نستعرض الإجابة على هذا السؤال :

يتطلب الإرسال الرقمي نطاقاً ترددياً يفوق النطاق الترددي اللازم لإرسال نفس الإشارات تمثيلياً . ففي الإشارات الهاتفية مثلاً ، تشغل الإشارة نطاقاً ترددياً يقرب من ٤٠٠٠ هيرتز . أما إذا حولت إلى إشارة رقمية فإنه يتعين إرسال ٥٦٠٠٠ نبضة في كل ثانية (نظام أمريكي) أو ٦٤٠٠٠ نبضة في كل ثانية (نظام أوروبي) للمكالمة الواحدة ، وباستخدام الطرق المتبعة حالياً فإن إرسال نبضة ثنائية واحدة كل ثانية يستلزم نطاقاً ترددياً يقرب من ذبذبة واحدة في الثانية (١ هيرتز) ولهذا ، فإن إرسال مكالمات هاتفية رقمية يتطلب نطاقاً ترددياً يبلغ ٦٤ كيلوهيرتز .

وتزيد سعة النطاق الترددي للقنوات الرقمية عن سعة مثيلاتها من القنوات التمثيلية التي تستخدم نفس السلك أو واسط الانتقال ، ويرجع ذلك إلى أن الإشارات الرقمية تحوي معلومات ثنائية فقط ولا تستلزم قدراً كبيراً من طاقة الإشارة بالنسبة لطاقة الضوضاء ، بعكس الإشارات التمثيلية التي يلزمها قدراً أكبر من

أن تستخدم لنقل الإشارات الرقمية ، كالإشارات بين الحاسبات مثلاً ، وعندها يلزم تحويل الإشارات الرقمية إلى إشارات تمثيلية شبيهة بإشارات المحادثات الهاتفية ، ويستخدم لذلك معدات خاصة تقوم بتعديل حامل موجات جيبية (بتغير مع الزمن كدالة جيبية) قبل الإرسال ، وفي جهاز الاستقبال يتم إجراء العملية المعاكسة للتعديل ، أي استخلاص الإشارات الرقمية من حامل الموجات المعدل وتسمى هذه العملية بعملية فك التعديل . ويطلق على هذه المعدات اسم يشتق من عملية التعديل وعملية فك التعديل (مودم modem) . ويتلخص عمل هذه المعدلات في تغيير شكل الإشارة الرقمية لتصبح شبيهة بالإشارات التمثيلية مع الاحتفاظ بالمعلومات التي تحملها ، وتصبح الإشارات في صورة تناسب الإرسال عبر القنوات التمثيلية ، وعند الاستقبال تقوم معدات فك التعديل بدورها حيث تعيد للإشارات المستقبلية صورتها الرقمية .

ومن ناحية أخرى فإن المعلومات التمثيلية - كالمحادثات الهاتفية - قد تنقل عبر القنوات الرقمية بعد تحويلها إلى إشارة رقمية باستخدام طرق تحويل من تمثيلي إلى رقمي . وأكثر هذه الطرق شيوعاً هي طريقة تعديل شفرة النبضات (PCM) والتي ذاع استخدامها في نقل إشارات المكالمات الهاتفية في السنوات الأخيرة . ومن

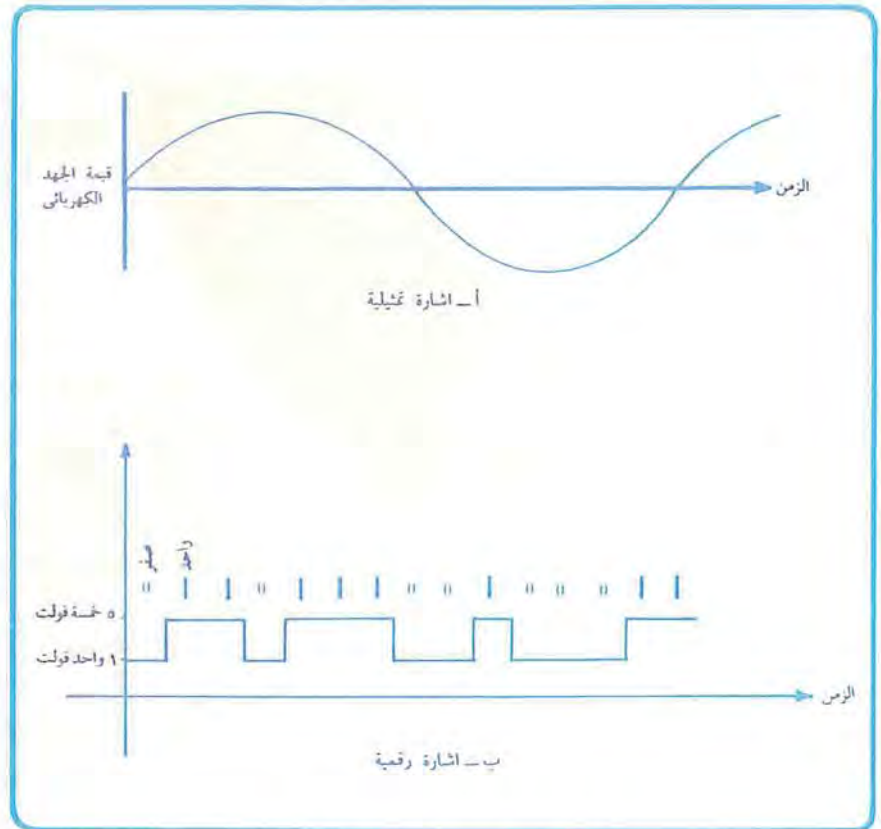


الرقمية المراد تبادلها بين الحاسبات وبنوك المعلومات ومراكز التحكم والمتابعة عن بعد وغيرها .

٥ - انتشار استخدام المبادلات (المقاسم) الرقمية لما لها من مميزات عديدة ، تجعل الإرسال الرقمي داخل المدن ضرورة حتمية لتفادي تحويل الإشارات من رقمية إلى تمثيلية والعكس ، وما يتطلبه ذلك من معدات وسيطة يمكن الإستغناء عنها في حالة الإرسال الرقمي .

٦ - التنوع الكبير في مصادر الإشارات ، والذي يزداد باضطراد في الآونة الأخيرة حيث ترسل المحادثات الهاتفية ، والإشارات التلفزيونية ، وإشارة نقل صورة المستندات (الفاكس) ، وإشارات أجهزة التحكم والمراقبة ، والإشارات بين الحاسبات وبين بنوك المعلومات وغيرها ، وما يتطلبه ذلك من وضع إعتبرات خاصة بكل نوع من أنواع الإرسال عند تصميم الشبكة التمثيلية ، ويضاف إلى ذلك احتمالات التداخل والتشويش بين الإشارات المختلفة إذا ما نقلت عبر شبكة تمثيلية واحدة . أما في حالة الإرسال الرقمي ، فإن جميع الإشارات تتشابه بحيث يمكن تبادلها بين المبادلات الرقمية وتوجيهها بين نقاط الإرسال والإستقبال المختلفة .

ولإيجاز ما تقدم يمكن القول بأن الاتجاه السائد الآن هو أن تبقى الأنظمة التمثيلية في العمل لحين انتهاء عمرها الافتراضي على أن تكون التوسعة والإضافات ، باستخدام النظم الرقمية ، سواء في معدات المقاسم والمبادلات أم خطوط وقنوات الإتصال . وتتفوق النظم الرقمية من حيث مستوى الأداء والتكلفة على النظم التمثيلية وذلك بالنسبة إلى المعدات الطرفية ، وبالنسبة لقنوات الإرسال القصيرة فينطبق عليها ما تقدم عن المعدات الطرفية . أما في قنوات الإرسال بعيدة المدى ، حيث تمثل تكلفة القناة الغالبية العظمى من التكلفة الكلية ، فلا تزال الإتصالات التمثيلية أكثر كفاءة من الناحية الاقتصادية من الإتصالات الرقمية . إلا أن طرقاً جديدة للتعديل الرقمي قد أخذت في الظهور لتزيد كفاءة الإرسال الرقمي بحيث يصبح هو الوسيلة الأكيدة للإتصالات قصيرة المدى وحول العالم على حد سواء قبل نهاية هذا القرن .



شكل (١) الاشارات التمثيلية والرقمية

نسبة الإشارة إلى الضوضاء لكي يمكن معرفتها بدقة .

وعند نقل الإشارات التمثيلية أو الرقمية عبر القنوات المختلفة يتعين تكبير الإشارات بوساطة مضخمات على مسافات متساوية عبر القناة تبلغ عدة كيلومترات ، والهدف من استخدام هذه المضخمات هو بالطبع تعويض طاقة الإشارات التي يفقد قدرأ كبيراً منها خلال الإنتقال عبر القناة (الأسلاك أو الهواء) ، وذلك لكي تستعيد الإشارة طاقتها كما كانت عليه قبل الإرسال . وفي حالة الإرسال التمثيلي لا تتمكن مضخمات الإشارة من التمييز بين الإشارات والضوضاء التي تختلط بها ، بل تقوم بتكبير الإشارات والضوضاء على حد سواء . وعلى العكس من ذلك ففي الإرسال الرقمي لا تقوم المضخمات بتكبير الإشارة فقط بل تقوم بإعادة توليدها كإشارة جديدة خالية من الضوضاء كلية ، ويكمن السبب في ذلك في إمكان التمييز بين الإشارة التي تأخذ أحد الأشكال المعروفة مسبقاً وبين الضوضاء التي تمثل إشارة عشوائية سريعة التغير .

١ - التقدم الكبير الذي أحرز في مجالات تصنيع قنوات الإتصال ذات السعة العالية كالألياف البصرية والكوابل المحورية الحديثة وغيرها .

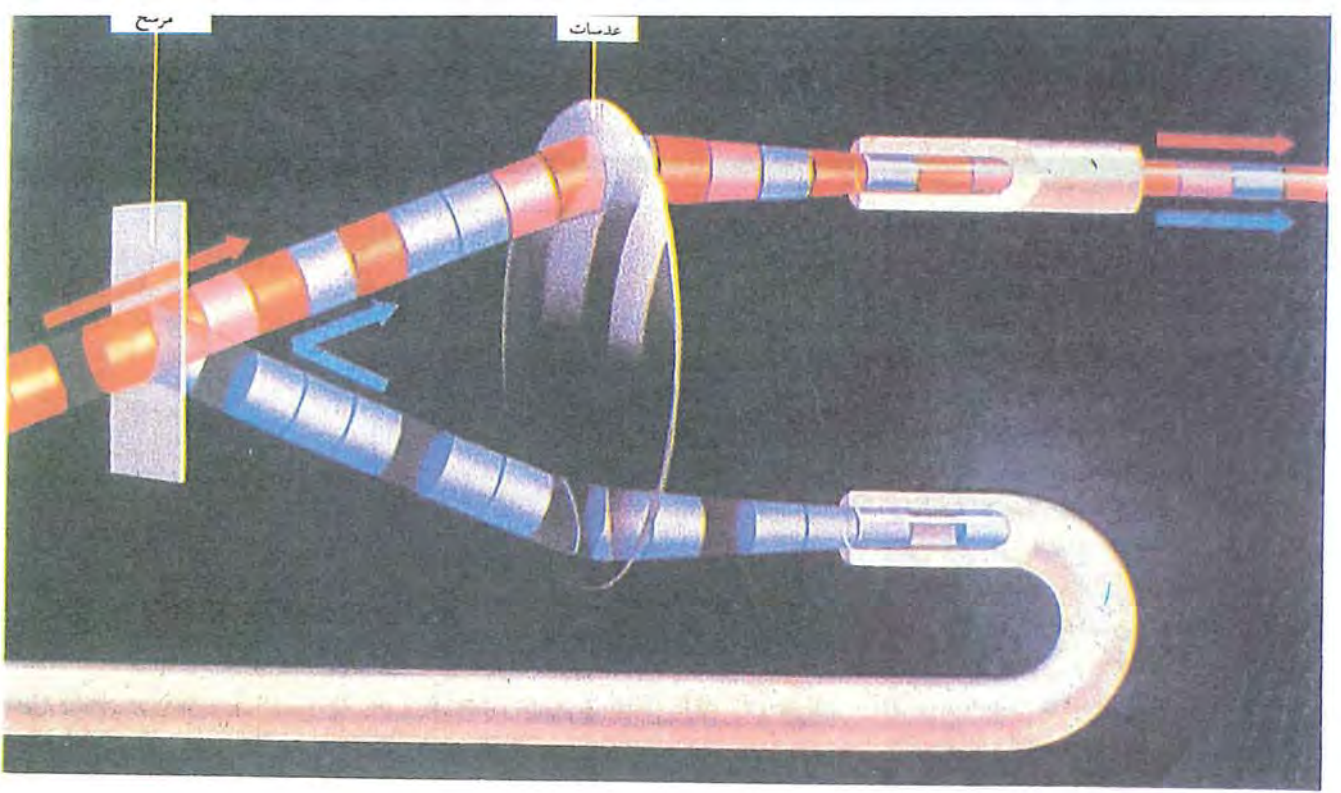
٢ - التوسع في استخدام الدوائر الألكترونية المتكاملة وما تبع ذلك من تحسن كبير في جميع وسائل معالجة المعلومات والإشارات وخاصة الرقمية منها .

٣ - زيادة سعة القنوات الناجم عن استخدام المكررات الرقمية على مسافات قريبة .

٤ - الزيادة المستمرة في حجم المعلومات

ويتضح مما سبق أن الضوضاء تزداد باضطراد





# الاتصالات البصرية

د. محمد عبدالرحمن الحيدر  
كلية الهندسة - جامعة الملك سعود

جرت محاولات كثيرة لاستخدام الاتصالات البصرية بمفهومها المعاصر ، وكان أول تلك المحاولات ما قام به الكسندر جراهام بل عام ١٨٨٠م من اكتشاف ما يسمى بالهاتف المرئي . غير أن التفكير الحقيقي لاستخدام الضوء في مجال الاتصالات البصرية بدأ باكتشاف الليزر عام ١٩٦٠م ، وسنعرض في هذا المقال نوعين من الاتصالات البصرية . النوع الأول منها يستخدم الجو أو الفضاء كواسط ناقل والنوع الآخر يستخدم أليافاً بصرية صغيرة جداً ، ونظراً للمزايا الكبيرة التي يتمتع بها النوع الثاني من الاتصال فقد بدأت كثير من الدول باستبدال أنظمة اتصالاتها المستخدمة فيها بأنظمة اتصالات بصرية ، كما أنها فتحت مجالات وآفاقاً كثيرة لم تكن مألوقة إلا في أفلام الخيال العلمي .

الرسالة المرسلة ، وبالتالي فإن الإشارة الكهربائية في الساعة تكون هي نفسها الإشارة المرسلة .  
غير أن الميلاد الحقيقي للاتصالات البصرية كان عام ١٩٦٠م ، عندما تم بنجاح تشغيل أول جهاز ليزر باستخدام مادة الباقوت ، وتلا ذلك إجراء تجارب كثيرة لاستغلال هذا المصدر الجديد ، وأهمها استخدام الألياف البصرية للاتصالات والتي سبق أن تم استعراض مزاياها في مقالة سابقة من هذه المجلة (العدد ٢) .  
وقبل التحدث عن أنواع الاتصالات البصرية لا بد من إلقاء الضوء على أسباب الاهتمام بهذا النوع من الاتصالات .

## عصر المعلومات

يتصف عصرنا الحاضر بتدفق هائل من المعلومات والتي تحتاج إلى التجميع والتخزين

للإتصال ما عرفته القبائل العربية في الصحراء ، عندما توقد النار لتدل على مكان وجودها ودعوة الضيوف للمجيء . كما أن الإشارات الضوئية في الشوارع والسيارات دليل على استخدام الاتصالات الضوئية ، ولا يخفى على القارئ الكريم الأمثلة الكثيرة الدالة على ذلك . غير أن مفهوم الاتصالات البصرية بمعناه المعاصر قد بدأ عام ١٨٨٠م عندما اكتشف الكسندر جراهام بل الهاتف المرئي ، الموضح بالشكل رقم (١) ، حيث تقوم مجموعة من العدسات والمرآيا بإسقاط الضوء على مرآة مستوية ملصقة بحاك ذي غشاء مهتز ، وعند سقوط الصوت على الحاكي يهتز غشاؤه ، وبالتالي تهتز المرآة ، لذا فإن الشعاع الواصل للمستقبل يكون مهتزاً ، ويتكون جهاز الاستقبال من كاشف سيلييوم تتغير مقاومته مع كثافة الضوء الساقط عليه ، والذي يحتوي على

## نظرة تاريخية

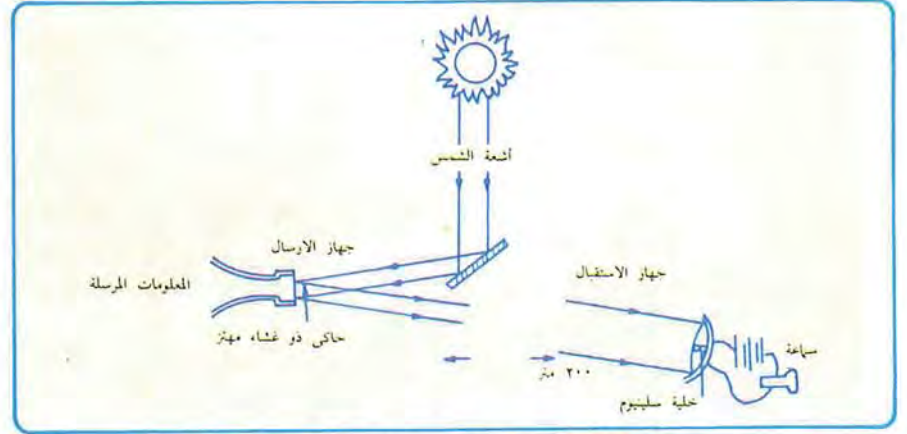
لقد وجد الضوء منذ أن خلق الله الأرض ومن عليها ، فعندما نتحرك أو نتخاطب بالإشارات ، فإننا نستخدم ضوء أشعة الشمس أثناء النهار والإضاءة الاصطناعية أثناء الليل وإلا لما أمكن لأي منا أن يرى الآخر ، فعندما تؤثر لشخص ما بيدك فإن يدك تمثل جهاز الإرسال ، وعين المستقبل تمثل جهاز الاستقبال ، والواسط الفاصل بينهما يمثل قناة الإتصال ، وحركة اليد تعدل أو تضمن الضوء لتشير إلى المعلومات المراد نقلها . غير أن العيب في هذا النوع من الإتصال أن مسافته محدودة واحتمال الخطأ أو نقل المعلومات إلى جهات أخرى غير الجهة المستقبلة كبير جداً .  
ومن الأمثلة على قدم استخدام الضوء



للظروف الجوية كالمطر والضباب والغبار والثلوج ، كما أنها تحتاج إلى نظم توجيه معقدة ومكلفة، ولم يتم استخدامها إلا لمسافات قصيرة جداً. إن استخدام الاتصالات البصرية اللاسلكية يحتاج إلى أجواء خالية من المؤثرات الجوية السابقة ، ولا تتوفر هذه الأجواء إلا في الفضاء الخارجي ، ويوضح الشكل رقم (٣) رسماً توضيحياً للإتصال بين الأقمار الصناعية الثابتة ، والتي تقع على ارتفاع ٣٦٠٠٠ كم ، والأقمار الصناعية المتحركة ، والتي تستخدم لاكتشاف سطح الأرض والتجسس ويتراوح ارتفاعها ما بين ٢٠٠ كم إلى ٢٠٠٠ كم . غير أن هذه الاستخدامات لا تستغل الطاقة الكاملة للإتصالات البصرية ، مما حدا بالباحثين للبحث عن وسائل أخرى لاستغلالها .

### الاتصالات السلكية

ظن أكثر الناس أن إطلاق الأقمار الصناعية في منتصف الستينات كان بداية النهاية



شكل (١) رسم توضيحي للهاتف المرئي

متابعة ، ويوضح الشكل رقم (٢) طريقتين للإرسال البصري يستخدم الجو فيها كواسط ناقل . ويتم توجيه الإشارات بين المرسل والمستقبل باستخدام الخواص التركيبية للعدسات البصرية ، الشكل رقم (٢ أ)، أو المرايا المقعرة ، الشكل رقم (٢ ب) . غير أن هذه الأنظمة لاقت صعوبات عديدة ، نتيجة

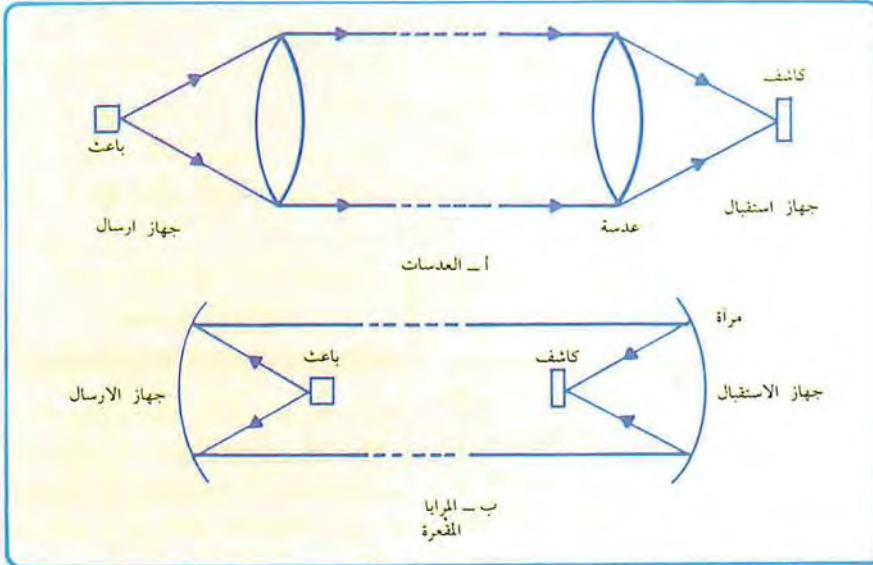
والتحليل والنقل من مكان إلى آخر ، ولا تتم هذه العمليات إلا من خلال استخدام الحاسبات والأجهزة الإلكترونية ، وهنا يأتي دور الإتصالات في تبادل المعلومات ونقلها من مكان إلى آخر .

وكما نعلم فإن الذبذبات الإذاعية والتلفزيونية والإتصالات تشغل حيزاً كبيراً من مجال الطيف الكهرومغناطيسي المزدحم (أنظر مقال الطيف الترددي والإتصالات) ، مما يقتضي ضرورة البحث عن ذبذبات أعلا تمتاز بنطاق واسع ، ومن هنا يأتي دور الترددات البصرية للمساهمة في فك الخناق عن الذبذبات الدنيا ، ويبدأ النطاق الترددي البصري من  $3 \times 10^{14}$  هيرتز وينتهي عند  $10^{16}$  هيرتز . أي أن أطوال أمواجها تبدأ من ١ ميكرومتر وتنتهي عند ٣٠ نانومتر ، ويقع الطيف المرئي فيها ما بين ٣٨٠ نانومتر إلى ٧٦٠ نانومتر .

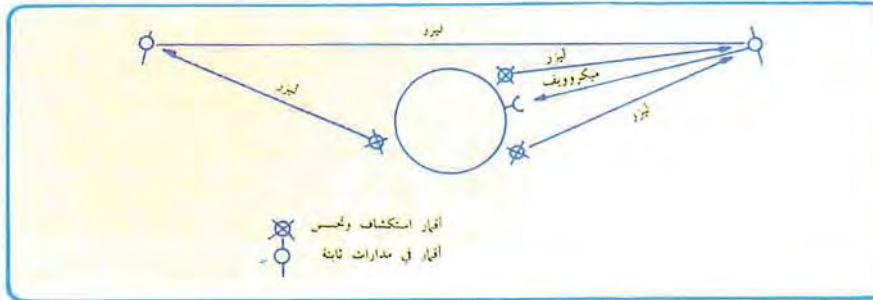
وينقسم مجال الإتصالات البصرية إلى جزئين ، أحدهما لاسلكي والآخر سلكي .

### الاتصالات البصرية اللاسلكية

تأخذ أجهزة الإتصالات البصرية أشكالاً متعددة ، ويدخل بعضها ضمن الأجهزة المنزلية . فلو نظرنا مثلاً إلى أجهزة التحكم عن بعد ، المستخدمة لفتح أو إغلاق التلفزيون وتغيير القنوات ، نجدها تستخدم الأشعة تحت الحمراء . كما تستخدم هذه الأشعة في الهواتف المتنقلة ، وبين النهايات الطرفية والحاسبات . غير أن هذه الاستخدامات محصورة في أماكن متقاربة من بعضها البعض ، وتتطلب بعض الاستخدامات إرسال معلومات بين أماكن



شكل (٢) إرسال الموجات الضوئية عبر الجو باستخدام العدسات والمرايا المقعرة



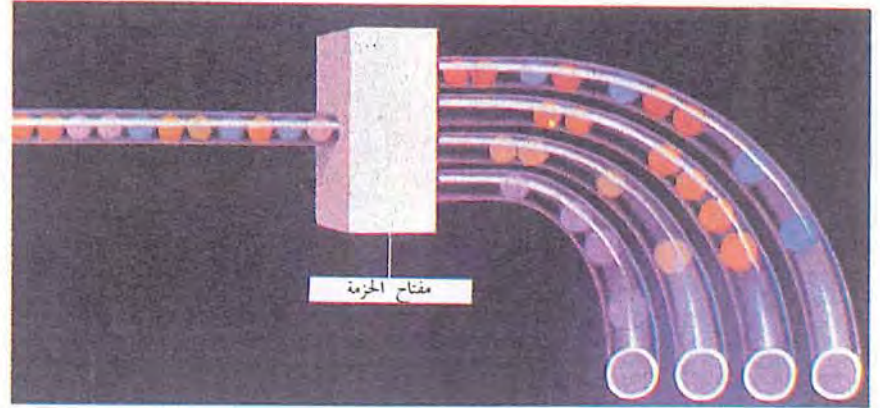
شكل (٣) نظام الاتصالات البصرية بين الأقمار الصناعية



ودون استخدام مكررات لتكبير الموجة . وعندما نتحدث عن عرض النطاق للألياف البصرية لابد من ذكر مسافة النقل دون استخدام مكررات ، والمهم في هذه الحالة هو حاصل ضرب عرض النطاق في المسافة . ومن الناحية النظرية فإن واحدة من الألياف الزجاجية تستطيع أن تنقل ١٦٠ مليون مكالمات هاتفية أو ٨٠٠٠٠ قناة تلفزيونية في آن واحد مستخدمة لذلك النظام الرقمي ، لمسافة ١٠٠ كم دون استخدام مكرر ، وقد أثبتت التجارب العملية إمكانية نقل ١٢٥٠٠٠ مكالمات هاتفية في آن واحد لمسافة ٦٨ كم دون استخدام مكرر ، وإذا أردنا مضاعفة هذا العدد من المكالمات ، فما علينا إلا إضافة ألياف زجاجية أخرى في نفس الكابل .

وقد استخدمت هذه الأنظمة في المملكة لنقل المكالمات بين المقصات الرئيسة في الرياض . كما

نهاية هذا القرن ان شاء الله تطوراً هائلاً في استخدام الألياف البصرية ، حيث ستمثل هذه الألياف شرايين الاتصالات عبر البحار والمحيطات والقارات والتي أصبحت منافساً شديداً للأقمار الصناعية .



الألياف البصرية

## كيف تنقل المكالمات الهاتفية بالألياف البصرية ؟

هناك نوعان أساسيان لنقل المعلومات الصوتية ، أحدهما تمثيلي حيث يتم تحويل الأصوات المراد نقلها إلى إشارات كهربائية وموجات مشابهة تماماً لتلك الصادرة من حنجرة الإنسان أو أي أصوات أخرى ، والنوع الآخر والأكثر تطوراً يسمى بالنظام الرقمي وهو المستخدم في نقل الإشارات عبر الألياف البصرية ، فعندما يتحدث شخص ما بالهاتف ، تقوم أجهزة إلكترونية بتقطيع صوت المتكلم إلى نبضات إلكترونية قصيرة ، ثم تحويلها إلى نبضات أخرى إلى ومضات ضوئية ترسل عبر الألياف البصرية ، وعلى الطرف الآخر تجري عملية عكسية لتحويل الومضات الضوئية إلى نبضات إلكترونية ومن ثم إلى موجات صوتية لها معظم صفات الصوت المرسل . والضوء المرسل عادة ما يكون صادراً من ثنائي ليزري . أما أجهزة الاستقبال فتستخدم ثنائيات شبه موصلة .

## عرض نطاق الألياف البصرية

تستخدم أنواع عديدة من الألياف البصرية ، أهمها الألياف الزجاجية أحادية النمط والتي تتمتع بمزايا عديدة ، منها المقدرة على نقل معلومات هائلة من مكان إلى آخر بفقدان أقل

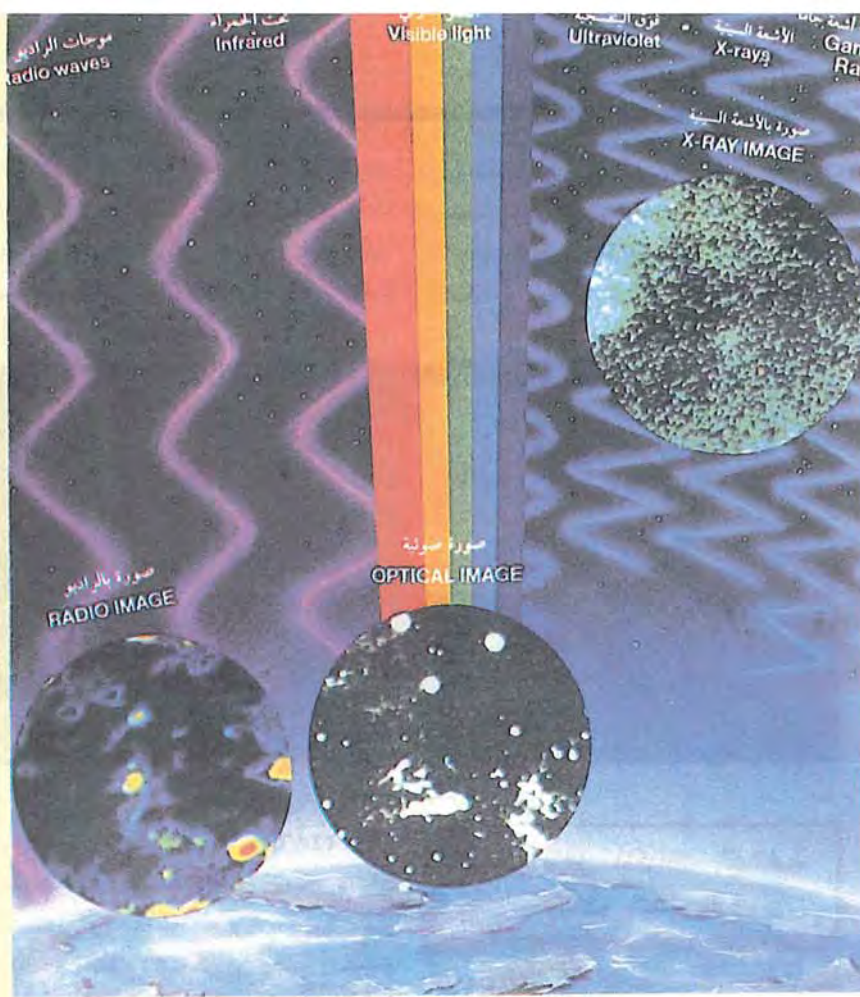
للإتصالات السلكية عبر القارات والبحار والمحيطات ، وبدأ الإهتمام يتجه إلى الإتصالات الفضائية ، وحيث أن أسلوب الإتصالات السلكية بعيد المدى والمغمورة كان حديث العهد نسبياً إذ كانت بدايته في عام ١٩٥٥ م ،

وهو المشروع المسمى تات ١ (TAT 1) ، فقد استمرت كثير من الدول في تنفيذ خططها باستخدام الإتصالات المغمورة وبعيدة المدى باستخدام النظام السلكي ، والتي تستخدم الكابلات النحاسية سواء أكانت كابلات محورية أم أسلاكاً مجدولة . وعلى الرغم من تأثير الأقمار الصناعية على هذه الخطط ، فإن المتحمسين للإتصالات السلكية لم يتوقفوا عن إيجاد بدائل للكابلات النحاسية تستخدم المصدر الضوئي المكتشف حديثاً آنذاك ، وهو أشعة الليزر . وقد كانت الأبحاث منصبة على أسلاك تسمح بمرور الضوء فيها بدلاً من التيار الكهربائي . وقد اقترح الدكتور تشارلز كاو عام ١٩٦٦م طريقة لتنقية الزجاج من الشوائب وتصنيع شعيرات زجاجية غاية في الدقة تسمح بمرور الضوء دون فقدان كثير منه . وقد تمكنت إحدى الشركات المصنعة للزجاج عام ١٩٧٠م من صنع ألياف زجاجية ذات أداء جيد ، وتوالت الأبحاث لتحسين هذه الألياف ، والمصادر الضوئية ، والكاشفات المناسبة ، لاستغلالها ضمن أنظمة الإتصالات السلكية ، وقد تم بالفعل استخدام أول نظام هاتفي على مستوى تجاري عام ١٩٧٧م . توالت بعد ذلك النظم المركبة في أجزاء متفرقة من العالم وبلغت أطوالها مئات الآلاف من الكيلومترات ، لتحل محل الكابلات النحاسية . وقد سبقُ التحدث عن الألياف البصرية ومزاياها في العدد الثاني من هذه المجلة . وسيشهد العالم من الآن وحتى

## كابل الألياف البصرية

تم استخدامها للتحكم والسيطرة بخطوط الضغط العالي في شبكة الشركة الموحدة للكهرباء بالمنطقة الوسطى ، ويجري حالياً تصنيع الألياف الزجاجية داخل المملكة العربية السعودية . وسنرى في المستقبل القريب إن شاء الله استخدامات كثيرة لهذه الألياف كالهواتف المرئية والمحادثات التلفزيونية على غرار الهاتف المرئي وربط الحاسبات مع بعضها وما إلى ذلك .





الموجات الكهرومغناطيسية

ضرب التردد بطول الموجة يساوي دائماً مقدراً ثابتاً هو سرعة الموجة الكهرومغناطيسية .

سرعة الموجة ( متر في الثانية ) = التردد ( هيرتز ) × طول الموجة ( متر ) .

ونظراً لأن جميع الموجات الكهرومغناطيسية تسير بنفس السرعة ، فإنها لا تختلف عن بعضها البعض إلا باختلاف تردداتها وبالتالي اختلاف أطوال موجاتها . وكما نعلم فهناك علاقة عكسية بين التردد وطول الموجة ، فكلما زاد التردد قصرت الموجة والعكس بالعكس ، وعلى سبيل المثال فإن موجة يبلغ ترددها ١ ذبذبة في الثانية ( ١ هيرتز ) ، لها طول موجي يساوي ٣٠٠ ألف كيلومتر ، وإذا كان تردد محطة إذاعية في نطاق الموجات المتوسطة يبلغ مليون هيرتز ، فإن ذلك يعني أن طول الموجة هو ٣٠٠ متر ، بينما يبلغ طول الموجات المستخدمة في اتصالات التوايح ( بتردد ٦ بليون هيرتز أو ٦ جيجاهيرتز ) ٥ سم فقط ، أما موجات الليزر الضوئية ( وهي ضوء عادي ولكن ذو تردد محدد بدقة ) الخضراء التي يكون ترددها حوالي  $6 \times 10^{14}$  هيرتز ( ٦٠٠ بليون مليون هيرتز ) فإن طول موجتها يبلغ

ولابد لضمان تشغيل واستمرار تطور أنظمة الاتصالات اللاسلكية من توفر الترددات التي تستطيع هذه الأنظمة استخدامها لارسال الموجات الكهرومغناطيسية ( الحاملة للمعلومات المطلوبة ) من نقطة إلى أخرى .

### الموجات الكهرومغناطيسية والطيْف الترددي

تتكون الموجات الكهرومغناطيسية من التأثير المتبادل للمجالات الكهربائية والمغناطيسية بحيث يتغير المجالان الكهربائي والمغناطيسي بطريقة جيبيّة ( موجية ) . وتسير جميع الموجات الكهرومغناطيسية بسرعة ثابتة تبلغ ٣٠٠ ألف كيلومتر في الثانية في الفراغ ( تقل هذه السرعة حسب الوسط الذي تسير فيه هذه الموجات كالهواء أو الماء أو طبقة الأيونوسفير ) . وتحدد خصائص الموجات الكهرومغناطيسية بالتردد وهو عدد مرات تذبذب الموجة في الثانية الواحدة ويقاس بوحدة ذبذبة في الثانية أو هيرتز ، وكذلك بطول الموجة وهي المسافة بين قمتين متتاليتين للموجة وتقاس بوحدة المتر ، وحاصل

## الطيْف الترددي والاتصالات

د. إبراهيم عبدالرحمن القاضي  
كلية الهندسة جامعة الملك سعود  
يمكن تقسيم الاتصالات بشكل عام إلى اتصالات سلكية واتصالات لاسلكية ، ويشمل النوع الأول جميع الاتصالات التي تتم عبر وسائط نقل فعلية ملموسة كالكابلات والكوابل وأدلة الموجات والألياف البصرية ، ومثال ذلك شبكات الهواتف المحلية . أما الاتصالات اللاسلكية فهي التي يتم فيها استخدام موجات كهرومغناطيسية تنتقل عبر الغلاف الجوي المحيط أو عبر الفضاء . ويوفر انتشار الموجات الكهرومغناطيسية الأساس العملي لعدد كبير من أنواع الاتصالات اللاسلكية وخصوصاً عبر المسافات الطويلة ، ومن الأمثلة على ذلك : الاتصالات الفضائية مع التوايح ( الأقمار الصناعية للاتصالات ، أقمار الاستشعار عن بعد ، أقمار التجسس ... الخ ) ومع المركبات الفضائية عبر مسافات قد تتجاوز عشرات الآلاف من الكيلومترات ، وخدمات الاتصالات الأرضية البعيدة المدى ( شبكات الميكروويف والموجات القصيرة ) ، والبث الإذاعي المسموع والمرئي ( التلفزيون ) ، والاتصالات السيارية ، والاتصالات العسكرية ، والرادار ، والملاحة ، وأخيراً الفلك اللاسلكي حيث تقطع الموجات الكهرومغناطيسية بما فيها الضوء مسافات تصل إلى آلاف السنوات الضوئية .



أن يضمنوا أن الخدمة أو الجهاز الجديد لن يؤثر سلباً على التوافق الكهرومغناطيسي في البيئة المزدحمة بالأشعاعات، ويعني التوافق المغناطيسي أن الأنظمة المشعة ينبغي ألا تؤدي إلى تداخلات ضارة مع الأنظمة العاملة الأخرى.

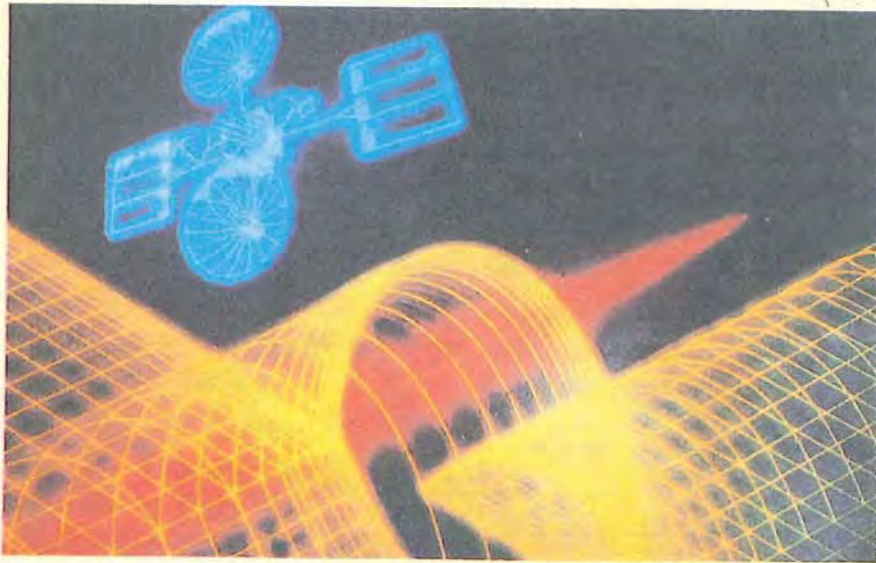
ونظراً للازدحام الهائل في البيئة الكهرومغناطيسية اليوم، فإن تحقيق هذا الهدف هو أمر في غاية الصعوبة، خصوصاً وأنه يحتاج إلى معلومات كثيرة حول خصائص الأشعاعات الموجودة حالياً وخصائص الأجهزة وغيرها. كما أنه يتطلب اجراء تحاليل هندسية معقدة تحتاج

ضوءاً، ولكننا ندرك مع ذلك وجود موجات الراديو التي تحيط بنا في جميع الأوقات. ان موجات الراديو هذه تجعل الالكترونات الحرة في جميع المعادن تترقص على أنغامها بصفة مستمرة، وليست الهوائيات وأجهزة الاستقبال سوى وسائل لتكبير هذه الرقصات الالكترونية وتحويلها إلى معلومات مفيدة للانسان. ورغم ان انطباعنا عن الكون هو انه عبارة عن خليط من الفراغ والمادة، إلا أن واقع الأمر هو ان الكون محيط لا نهاية له يزخر بموجات الاشعاع الكهرومغناطيسي الذي يتركز في بقع صغيرة ليتحول إلى مادة، فالمادة والطاقة وجهان لعملة واحدة! فتبارك الله الخالق.

نصف ميكرومتر ( نصف جزء من المليون من المتر ).

ومن حيث المبدأ، فإن بإمكان تردد الموجات الكهرومغناطيسية أن يتراوح بين صفر ومالا نهاية. ويسمى تقسيم الموجات الكهرومغناطيسية حسب تردددها بالطيف الكهرومغناطيسي. فالموجات ذات الترددات المنخفضة ( صفر - ٢٠ كيلوهرتز ) تسمى بالموجات الصوتية لأن صوت الانسان يقع ضمن هذا النطاق، أو بموجات القدرة لأن نقل الطاقة الكهربائية يستخدم هذه الترددات ( تردد الطاقة الكهربائية في المملكة ٦٠ هيرتز ). أما الموجات التي يتراوح تردددها ما بين حوالي ١٠ مليون هيرتز ( ١٠٠٠٠٠ هيرتز حتى مليون هيرتز ) فتسمى بموجات الراديو وتستخدم في الاتصالات اللاسلكية. ويتقسم نطاق الراديو هذا إلى عدة نطاقات صغيرة يصلح كل منها لاستخدام معين في الاتصالات. وعلى سبيل المثال فإن الترددات العالية ( ٣ - ٣٠ ميجاهيرتز ) أو ما يعرف باسم الموجات القصيرة ( ١٠٠ إلى ١٠ متر ) يستخدم في الاذاعات الدولية، والملاحة الجوية والبحرية. أما الموجات الأعلى من ذلك ( ١٢١٠ إلى ١٠٠٠٠٠٠ هيرتز ) فتسمى بالموجات تحت الحمراء أو الموجات الحرارية، ثم تأتي بعد ذلك موجات الضوء المرئي في نطاق ضيق ( ١٢١٠٠٠٠٠ إلى ١٢١٠٠٠٠٠٠ هيرتز )، ثم الموجات فوق البنفسجية، فأشعة اكس ( المستخدمة في التشخيص الطبي وغيره )، وأخيراً أشعة جاما ( التي قد تنتج عن الاشعاعات النووية ) والأشعة الكونية.

وتشع جميع الأجسام في هذا الكون ( النجوم، الكواكب، الصخور، الأشجار وحتى الجسم البشري ) موجات كهرومغناطيسية بترددات تتناسب مع درجات حرارتها، فالأجسام الحارة جداً كالنجوم تشع موجات مرئية، بينما الأجسام الأخرى الأقل برودة تشع موجات ضمن الترددات تحت الحمراء أو حتى الترددات اللاسلكية ( الراديوية ). ورغم أننا نفكر بالفضاء كفراغ، إلا أن ذلك ناشيء عن عدم قدرتنا على رؤية الخضم الهائل من الموجات الكهرومغناطيسية التي تغلف وجودنا في كل مكان. اننا نرى جزءاً يسيراً ( أقل بكثير من واحد بالمائة ) من هذه الموجات، ونسميها



إلى كفاءات بشرية عالية التأهيل والتدريب وإلى الاستعانة بالحاسب الآلي لحفظ قواعد المعلومات ولأجراء الحسابات.

### الطيف كمورد طبيعي

تمتد الترددات المناسبة للاتصالات اللاسلكية من حوالي ١٠ كيلو هيرتز ( ١٠٠٠٠٠ ذبذبة في الثانية ) إلى حوالي ١٠٠٠ جيجاهيرتز ( مليون هيرتز ). ولكن بسبب صعوبات فنية وتشغيلية مختلفة فإن معظم الاتصالات اللاسلكية العاملة في الوقت الحاضر لا تتجاوز ٢٠ جيجاهيرتز. أما الجزء الواقع فوق ٢٠ جيجاهيرتز، فما زال تحت البحث والتجارب العلمية أو يستخدم على نطاق ضيق في بعض التطبيقات الخاصة، وعلى سبيل المثال فإن

وما يهمني في هذا الموضوع هو طيف الراديو أو طيف الاتصالات الذي نستخدمه في خدمات الاتصالات اللاسلكية المختلفة، ويوضح الشكل على صفحة الغلاف الخارجي من الداخل تقسيماً فرعياً لهذا الطيف إلى نطاقات متميزة حسب التردد أو طول الموجة أو خدمات الاتصال اللاسلكي الذي يستخدم هذه النطاقات.

وتعد البيئة الكهرومغناطيسية الناتجة عن الموجات الراديوية فقط بيئة بالغة التعقيد، وتحتوي على عدد كبير جداً من أجهزة البث اللاسلكي المقصود وغير المقصود. ولا بد لكل خدمة اتصالات لاسلكية جديدة أو حتى أي جهاز جديد يمكن أن يشع موجات كهرومغناطيسية أن يحصل على موافقة الجهات المختصة بحماية الطيف وإدارته. ومن مسؤوليات المختصين عن حماية الطيف وإدارته



والأجهزة .  
(ب) تكوين قواعد معلومات ضخمة تشمل الترددات العاملة والبيانات الفنية والإدارية الخاصة بالمحطات والأجهزة المرخصة وقواعد بيانات عن طبيعة الأرض وظروف انتشار الموجات ، وتحديث هذه القواعد بصفة مستمرة .



برج ميكروويف

(ج) استعمال أساليب تحليل هندسية دقيقة لحساب التداخلات المحتملة ورصد انتشار الموجات باستخدام قواعد المعلومات المذكورة سابقاً .

وللحفاظ على الاستخدام المنظم للطيف ، فإن إدارة الطيف تستخدم ثلاث طرق أساس هي :

التوزيع : هو تقسيم الطيف إلى نطاقات تخصص لخدمة معينة أو أكثر .

التخصيص : هو تخصيص النطاقات الموزعة أساساً لخدمات معينة وحصرها في خدمات في بلدان أو مناطق معينة .

التعين : هو إعطاء الترخيص الفعلي لمحطة معينة لكي تبث على تردد معين ضمن شروط محددة .

وعادة ما يتم التوزيع والتخصيص ضمن إطار دولي . أما التعيين فهو إجراء داخلي تقوم به الهيئة الوطنية المسؤولة عن إدارة الطيف في كل دولة . ولكن طبقاً للقانون الدولي فإن الترخيص لمحطات محلية يجب ألا يسبب تداخلاً للاتصالات اللاسلكية في الدول الأخرى ، ولهذا فكثيراً ما تلجأ الدول لتسجيل محطاتها لدى المجلس الدولي لتسجيل الترددات لضمان الحصول على الحماية الدولية لهذه المحطات .

الموارد الطبيعية الأخرى يكمن في كون الطيف مورداً طبيعياً دولياً تملكه وتحتاج إليه جميع دول العالم ، يعكس الموارد الأخرى التي قد تتوفر في بلد دون آخر ، وقد تنتج في بلد وتصدر إلى آخر . ورغم أن الطيف مورد طبيعي وطني ودولي في الوقت نفسه ، إلا أنه لا يمكن للدولة واحدة أن تستعمله بصورة مستقلة عن الدول الأخرى ودون تنسيق مسبق وتخطيط دقيق بين الدول . فالموجات الكهرومغناطيسية لا تعترف بالحدود الدولية ، ولا تحتاج لجواز سفر للعبور بين الدول بل لا تتوقف على الإطلاق عند حواجز الجوازات أو الجمارك . وأي محطة إرسال في بلد معين قد تسبب تداخلاً في بلد مجاور ، كما أن تواجب الاتصالات ( الأقمار الصناعية ) لا تستطيع أن تعمل دون تنسيق مسبق ودقيق .

### إدارة الطيف

بالإضافة إلى ضمان التوافق في البيئة الكهرومغناطيسية ، فإن إدارة الطيف يجب أن تسعى إلى زيادة كفاءة استغلال الطيف والساح باضافة خدمات جديدة في المستقبل . ويمكن تلخيص أهداف إدارة الطيف كما يلي :

١ - ضمان الاستغلال الأمثل لمورد الطيف

٢ - تحقيق استخدام مكثف للترددات عن طريق تطبيق التقنيات الجديدة في الاتصالات وأساليب الإدارة المرنّة والكفؤة .

٣ - إتاحة المجال لزيادة عدد المستخدمين للطيف والتنسيق بينهم .

٤ - تحديد المصالح الوطنية المتعلقة بالطيف ، والدفاع عن هذه المصالح في المحافل الدولية المختصة ( مثل الاتحاد الدولي للاتصالات ) .

٥ - التنسيق بين الاستخدام المحلي للطيف وبين الأنظمة والقوانين الدولية المتعلقة بالراديو .

ولتحقيق هذه الأهداف ، فإن الإدارة المتقدمة للطيف تستلزم القيام بعدة واجبات ، أهمها :

(أ) تطوير واعتماد أنظمة مفصلة لاستخدام الطيف بما فيها طرق التعيين والترخيص ، والمواصفات الفنية والتشغيلية للأنظمة

مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية تدعم بحثاً تجريبياً لقياس تأثير الغبار والعواصف الترابية في المملكة على أداء الموجات المليمترية ( عند ٣٧ جيجاهيرتز ) .

ونظراً لضيق النطاق الترددي المتوفر للاتصالات ، صار لازماً أن يستخدم هذا الطيف المحدود بأكثر الطرق كفاءة لضمان توفير الترددات لجميع أنظمة الاتصالات اللاسلكية ، الموجودة والمستقبلية . ويعد الطيف الترددي مورداً طبيعياً محدوداً مثله مثل الموارد الأخرى كالمياه والنفط والمعادن والغابات وغيرها ، ورغم أنه يشترك مع الموارد الطبيعية التقليدية في كونه مورداً محدوداً ضرورياً لمتطلبات التطور الحديث ، إلا أنه ينفرد عن بقية الموارد المعروفة بعدة خصائص منها :

١ - أنه مورد غير مرئي ، كما أنه يبقى أكثر الموارد غموضاً ، بل إن الكثيرين لا يدركون وجوده أساساً . وحتى لدى المختصين ومهندسي الاتصالات والباحثين فإن الطيف لا يولي أهمية كبيرة ، ولا يشعر بمدى ضرورته وأهميته سوى بعض العاملين في مجال الاتصالات اللاسلكية أو المسؤولين عن إدارة الذبذبات في الجهات الحكومية ذات العلاقة .

٢ - رغم كونه مورداً محدوداً ، إلا أنه يتميز عن الموارد الأخرى بكونه غير مهدد بالضيوب بأي حال من الأحوال ، فهو موجود دائماً بنفس الكمية في جميع الأوقات ، ولكنه مورد مهدد إذا لم يستخدم على الإطلاق ، أو استخدم بدون حاجة وبطريقة غير مناسبة أو غير كفؤة ، كما أن المبالغة في استخدامه أو استخدامه من قبل عدة أنظمة بدون تنسيق أو تنظيم يسبب التداخل والتشويش مما قد يؤدي إلى فشل هذه الأنظمة في أداء مهامها المطلوبة .

٣ - مورد الطيف معرض للتلوث الكهرومغناطيسي سواء بفعل الضوضاء الطبيعية أو الصناعية أو بفعل التشويش المقصود أو غير المقصود ، وهذا مما يجعل من الضروري أن يتم التحكم بالطيف ومراقبة جميع مصادر الإشعاع الكهرومغناطيسي سواء منها تلك التي تستخدم في الاتصالات ( المرسلات وخطوط النقل وأجهزة الاستقبال ) أو غيرها ( المحركات ، محطات القوى ، خطوط الضغط العالي ، المصابيح ... الخ ) .

٤ - لعل أهم فرق بين الطيف الترددي وبين



## التعاون الدولي وطيف الاتصالات

كما ذكرنا فان الطيف ليس ملكاً لدولة بعينها ، بل هو مورد مشاع للانسانية كلها ، وتشارك في ملكيته وحق الاستفادة منه جميع الدول ، ولا تستطيع دولة استخدام الطيف بصفة مستقلة عن الدول الأخرى وبالذات عن الدول المجاورة ، فقد تسبب أنظمة الاتصالات بها ( أو تتعرض إلى ) تداخلات مع أنظمة الاتصالات في الدول المجاورة ، وفي المحصلة النهائية فان هذه التداخلات الضارة ستترجم نفسها على شكل ضياع في مورد الطيف الترددي تخسر بسببه جميع الدول ، بل قد تؤدي هذه التداخلات إلى فوضى شاملة في أنظمة الاتصالات اللاسلكية على المستوى العالمي ، وبالتالي إلى ضياع كامل لمورد الطيف الذي حبا الله به الانسان . ان التعاون والتنسيق الدولي في مجال استغلال طيف الترددات ضروري للغاية وذلك لسببين مهمين ( على الأقل ) : السبب الأول هو الاتصالات الدولية بين الدول وملاحة السفن والطائرات ، أما السبب الثاني فهو امكان حدوث التداخل بين أنظمة اتصالات داخلية مستقلة في أكثر من دولة بسبب عبور الموجات اللاسلكية الحدود إلى الدول الأخرى .

وقد أدرك العالم ضرورة التعاون والتنسيق في هذا المجال منذ الأيام الأولى لظهور الاتصالات اللاسلكية ( فالحاجة أم الاختراع ) ، وبناء على هذا فقد تأسس الاتحاد الدولي للاتصالات في عام ١٩٣٢م ، بعد دمج منظمين كانتا قائمتين في ذلك الوقت وهما الاتحاد الدولي للبرق ( ١٨٦٥ - ١٩٣٢م ) ، واتحاد البرق اللاسلكي ( ١٩٠٣ - ١٩٣٢م ) ، ويزيد عدد الدول أعضاء الاتحاد عن أعضاء المنظمات الدولية الأخرى بما فيها الأمم المتحدة ، فقد لا تشارك بعض الدول في الأمم المتحدة لأي سبب كان ، ولكن جميع الدول تدرك ضرورة الاتصالات الدولية ، والحاجة إلى التنسيق والتعاون في مجال الطيف ، وعدم التخلي عن حصتها في استغلال هذا المورد الطبيعي المتاح للجميع ، ولهذا تحرص جميع دول العالم على الاشتراك في الاتحاد الدولي للاتصالات . ويعد الاتحاد الدولي للاتصالات أفضل المنظمات الدولية إدارة وأكثرها فعالية وتأثيراً ، ويقوم

الاتحاد بتبني واصدار مواصفات وقوانين دولية بخصوص الأمور الفنية والإدارية المرتبطة باستخدام الطيف والاتصالات اللاسلكية وينشرها على هيئة مايسمى بـ « أنظمة الراديو » التي تحوي « الجدول الدولي لتوزيع الترددات » . ورغم أنه من غير الضروري اتباع « أنظمة الراديو » و « الجدول الدولي لتوزيع الترددات » في أنظمة الاتصالات اللاسلكية داخل حدود الدول ، إلا ان كلاً من الأنظمة والجدول تعدان قوانين دولية ملزمة في حالة التداخلات أو الخلافات بين الدول .

والهيئة الدولية الاستشارية للراديو ، التي تأسست عام ١٩٢٧م ، تقوم بدور الاستشاري الفني للاتحاد في القضايا التي تمس الاتصالات اللاسلكية بشكل عام ، والاستخدام الأمثل لطيف الترددات بشكل خاص ، وتشمل مسؤوليات الهيئة دراسة الأمور الفنية والتشغيلية المتعلقة بالاتصالات اللاسلكية ، وتقديم المعونة الفنية والعلمية للدول الأعضاء في حل المشاكل المعقدة المرتبطة باستخدامات الراديو وإدارة الطيف .

أما المجلس الدولي لتسجيل الترددات فهو قسم الاتحاد المسئول عن تسجيل جميع المحطات التي تستخدم الطيف الترددي في الدول الأعضاء لضمان الاعتراف الدولي باستخدام المحطات لهذه الترددات . ولضمان الحياة القانونية والفعالية للمحطات العاملة ، فعلى الدول التي تنشيء هذه المحطات أن تزود المجلس بمعلومات فنية عن هذه المحطات وتردداتها لتسجيلها في السجل الدولي ، والحصول على ترخيص من المجلس باستخدامها ، وضمان عدم تعارضها مع استخدامات موجودة أو مخططة لدول أخرى ، كما أن المجلس يقوم بتقديم المشورة للدول الأعضاء فيما يتعلق بالجوانب التنظيمية والقانونية لإدارة الطيف .

## إدارة الطيف في المملكة

نظراً لاتساع رقعة المملكة ومركز السكان والنشاطات الاقتصادية في أماكن محددة ونظراً لمركزها المهم في العالمين العربي والإسلامي والمجتمع الدولي ككل ، فان الاتصالات اللاسلكية ذات أهمية خاصة للمملكة . ويتطلب هذا التركيز على الاستخدام الأمثل

لمورد الطيف المحدود لتلبية الاحتياجات المتزايدة والمتنامية الأهمية للاتصالات اللاسلكية في المملكة . هذا وقد أعاد مجلس الوزراء في قرار له بتاريخ ١٤٠٥/٢/٥هـ التأكيد على أهمية الطيف للمملكة وضرورة إدارته بأكثر الطرق كفاءة ، والتنسيق بين الجهات الحكومية المختلفة المستخدمة للطيف وبين إدارة الذبذبات بوزارة البرق والبريد والهاتف، كما أكد المجلس على ضرورة تبني طرق حديثة في إدارة الطيف الترددي في المملكة .

كما أن المملكة تدرك أهمية التعاون والتنسيق الدولي والإقليمي في مجال الاتصالات عموماً ، وفي مجال مراقبة استخدام الطيف وتحسين وسائل استغلاله على وجه الخصوص ، وذلك عن طريق الاشتراك الفعال في كافة نشاطات ومؤتمرات الاتحاد الدولي للاتصالات والهيئات الدولية والإقليمية الأخرى . فالمملكة تحتل المرتبة الخامسة بين دول العالم ( بعد الولايات المتحدة والاتحاد السوفيتي وبريطانيا وفرنسا ) في الدعم المالي لميزانية الاتحاد . كما أن المملكة عضو مؤسس في كل من الاتحاد العربي للاتصالات ، والمنظمة العربية للاتصالات الفضائية ( عربسات ) ، وكذلك هي عضو نشط في منظمة توابع الاتصالات الدولية ( انتلسات ) .

ونظراً لشعب وتقيد علم إدارة الطيف ، فمن الضروري السعي لتحديث وسائل إدارة الطيف في المملكة واعطائه أولوية قصوى ضمن خطط تطوير قطاع الاتصالات المدنية والعسكرية . كما أن طبيعة الطيف كمورد دولي تتنافس عليه جميع الدول ، تجعل من إدارة الطيف موضوعاً حيوياً حساساً يرتبط بأمن المملكة ومصالحها الاستراتيجية البعيدة المدى ، فمؤتمرات الاتحاد الدولي للاتصالات تشهد صراعاً محتدماً بين الدول النامية والدول المتقدمة في مجال الاتصالات اللاسلكية واستغلال الطيف الترددي بوجه خاص ، ولقد كان هناك دائماً تعارض بين مصالح الدول المتقدمة ومصالح الدول النامية في مختلف المجالات بما فيها مجال الاتصالات ، وان كان هناك عدم تكافؤ دائم في ميزان هذه الصراعات بين أطراف الدول المتقدمة والمصالح المشروعة للدول النامية لصالح الأولى ، فان عدم التكافؤ هذا يظهر جلياً واضحاً في الصراع على الطيف كمورد عالمي مشترك ، وذلك نظراً لكون الأمور



# اتصالات التوابع الأرضية ( الأقمار الصناعية ) الحديثة

د. مصطفى سيد عفيفي

كلية الهندسة - جامعة الملك سعود



تعد التوابع الأرضية من أرقى ما توصل إليه الإنسان من الوسائل والاختراعات التقنية ، وهي من أهم منتجات علوم الفضاء الحديثة التي تؤدي علمياً إلى تفهم أعمق للتقنيات المختلفة، مما يعطي فرصاً أكبر لتقدمها. وعلى سبيل المثال في هذا الصدد نذكر التطبيقات الواسعة الانتشار للاتصالات العالمية والاستشعار عن بعد والتي تمثل أحد العناصر الرئيسة لتقدم المجتمعات الحديثة .

يدور التابع حول الأرض بسرعة تعتمد على ارتفاعه عن سطحها ، بحيث تساوى قوة الجاذبية مع قوة الطرد المركزية الناتجة عن دوران التابع حول مركز الأرض . وينتج عن هذه المعادلة البسيطة تحديد السرعة اللازمة للتابع والتي تمكنه من التواجد في مدار على ارتفاع معين . ويمكن حساب هذه السرعة من المعادلة التالية :

التوابع الأرضية تبتدئ عرفاً من حوالي ٢٠٠ كيلومتر ( رغم وجود الطبقات المتأينة حتى ارتفاعات تصل إلى ألف كيلومتر ) . ويحدد ارتفاع التابع المهمة التي يطلق من أجلها ، كما سوف يبين لاحقاً . ويتأثر تصميم معدات التابع بارتفاعه عن سطح الأرض . ويبين الشكل رقم (١) ارتباط مدى الرؤية «د»

$$V = \frac{2\pi r}{T} \quad \text{السرعة (كم/ساعة) = } \frac{2\pi r}{T}$$

المسافة بين التابع ومركز الأرض (كم)

ويشترط ان يكون التابع خارج الغلاف الجوي حتى لا يعوقه الاحتكاك بجزيئات الهواء . ويمتد هذا الغلاف الجوي إلى ارتفاعات تصل إلى مائة كيلومتر ، وبذلك فان ارتفاعات

المتعلقة بإدارة الطيف هي أمور فنية بالغة التعقيد في المقام الأول . ونتيجة لهذا وبسبب السبق العلمي والتقني والتراكم المعرفي الذي تتمتع به الدول المتقدمة فانها كثيراً ما تسيطر تماماً على المناقشات التي تجري في المحافل الدولية لإدارة الطيف ، وفي أحيان كثيرة ، كانت بعض الدول النامية عاجزة عن تحديد مصالحها الحقيقية واتخاذ المواقف الوطنية التي تتيح الحصول على حقوقها المشروعة . بل قد تضطر بعض الدول إلى الاستعانة بخبرات خصومها من الدول المتقدمة نفسها في مسائل تخص استغلال الطيف داخلياً ودولياً .

على أن الأمر بدأ يشهد تغيراً إيجابياً ملموساً ، فقد انتهت كثير من الدول النامية إلى خطورة استمرار مثل هذا الوضع ، وازداد الوعي بضرورة تنسيق مواقف الدول النامية للحصول على حقوقها المشروعة في مجال الطيف وغيره ، وتقوم المملكة بدور ريادي في تنسيق مواقف الدول العربية بوجه خاص والدول النامية بشكل عام بهذا الخصوص . بل ان كثيراً من الدول تعتمد على حضور المملكة القوي في مؤتمرات الاتحاد الدولي للاتصالات للدفاع عن مصالح هذه الدول وحقوقها المشروعة وخصوصاً في قضايا إدارة الطيف وتوزيع الترددات ، ومقاومة مساعي بعض الدول المتقدمة لاحتكار الاتصالات الدولية والهيمنة على وسائل الاعلام التي تصل إلى الدول النامية . على انه لا بد من تعزيز هذه المكانة للمملكة ، وتنمية القدرات العلمية والإدارية للدفاع عن قضاياها العادلة خصوصاً في المواضيع الفنية مثل مواضيع الراديو وإدارة الطيف التي تتطلب معرفة فنية دقيقة وحقائق علمية تبني عليها المواقف الوطنية. ولا بد من تضافر جميع الجهود والاستفادة من كل الخبرات والكفاءات العلمية الوطنية لتحديد المصالح الحقيقية للمملكة والدفاع عنها بطريقة علمية تصمد أمام التحدي العلمي التي تمارسه الدول المتقدمة حالياً .

المراجع :

- (١) إبراهيم عبدالرحمن القاضي : نظام آلي لتوزيع الترددات وإدارة الطيف - رسالة دكتوراه - جامعة ستانفورد - كاليفورنيا - الولايات المتحدة الأمريكية - ١٩٨٤ م .
- (٢) منشورات الاتحاد الدولي للاتصالات (ITU) ، والهيئة الدولية الاستشارية للراديو (CCIR) ، والمجلس الدولي لتسجيل الترددات (IFRB) .



البابسة وهو ما لا تتيحه الشبكات الهاتفية والتي تحددها تمديدات اسلاكها . كما ان الاتصالات اللاسلكية تعوقها الكروية الأرضية ومحدودية ارتفاع صواري هوائيات الارسل والاستقبال .

### مدارات الأقمار المستخدمة وأمثلة من واقع ادائها

تشغل الأقمار مدارات مختلفة حول الكرة الأرضية ، ومن أهم هذه المدارات مايلي :

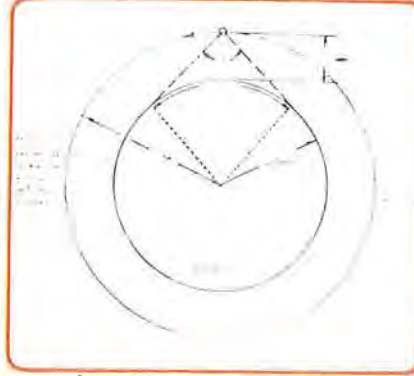
#### ١ - مدارات قريبة من الأرض :

على ارتفاعات ما بين ٢٠٠ كم و ١٠٠٠ كم . وتستخدم هذه التوابع ( ومن ضمنها المكوكات الفضائية ) للمهام الاستطلاعية والتصوير الجوي . وتدور حول الأرض مرة كل مايقرب من ساعة ونصف حسب ارتفاعها عن سطح الأرض كما ذكر سابقاً . وكانت هذه المدارات تستخدم في بداية عهد التوابع الأرضية للاتصالات للمدد قصيرة ، عن طريق محطات متابعة أرضية . ومن الأمثلة الهامة للتوابع الأرضية المنخفضة أقمار الاستشعار عن بعد كالتوابع الأمريكية المكتشفة للأرض (LANDSAT) والأقمار الفرنسية الجديدة (SPOT) . ومن أهم الأجهزة التي تحملها هذه التوابع أجهزة المسح المتعدد الأطياف ، والتصوير الحراري باستخدام الموجات تحت الحمراء . كما يقوم القمر الفرنسي ( سبوت ) بتجميع لقطات لأماكن معينة من زوايا مختلفة . وبذلك يمكن عمل صور مجسمة لهذه الأماكن ( استريوسكوب ) . وتؤدي هذه التوابع دوراً هاماً في اكتشاف ثروات الأرض وعمل الاحصاءات الزراعية إلى جانب خدماتها الهامة للمساحة الجوية ورسم الخرائط . وتقوم المساحة العسكرية ووزارة البترول والثروة المعدنية إلى جانب مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية بأعمال كثيرة من هذا القبيل .

ويوضح شكل (٢) تفاصيل مكونات هذه التوابع وما تحمله من معدات التصوير كما يرى في هذا الشكل أيضاً برج الهوائي المتحرك على قمر لاندسات والذي يتابع الاتصال بقمر المتابعة ونقل المعلومات وهو قمر اتصالات في مدار ثابت .

ويوضح الشكل رقم (٣) وصفاً دقيقاً لهذه الأقمار ، في وضع اتصالها بقمر المتابعة ونقل

والاستكشافات الفضائية . وقد فرض تنوعها وكثرة احتياجاتها على الدول المختلفة المشاركة الجماعية في البرامج الفضائية . كذلك فان هذه المتطلبات قد فرضت على الدول الأوروبية ان تعمل مجتمعة في هيئة موحدة . وان احتياجات الدول العربية والإسلامية بتقاربها تتطلب عملاً جماعياً مماثلاً .



شكل (١) متغيرات مدار التوابع الأرضية

### خدمات اتصالات التوابع

من أمثلة الخدمات التي تليها اتصالات التوابع المختلفة مايلي :

- ١ - ربط بنوك المعلومات بمختلف أنواعها ( العلمية والتجارية والاحصائية الاجتماعية والاقتصادية ) .
  - ٢ - احصاءات أحوال الطقس والتغيرات الجوية .
  - ٣ - ربط حركات النقل والسفر المختلفة .
  - ٤ - شبكات الرسائل الشخصية والتجارية بالصور والصوت .
  - ٥ - شبكات الخدمات التعليمية وتبادل ونقل المعلومات بين المكتبات ودور النشر والمعاهد والحاسبات المتطورة .
  - ٦ - شبكات الخدمات الإذاعية والتلفزيونية والاعلامية .
  - ٧ - الخدمات الطبية للعلاج والاستشارة والحالات الاضطرابية ، خاصة في المناطق النائية .
  - ٨ - المهام والاتصالات العسكرية .
  - ٩ - التصوير الجوي بالموجات الضوئية والموجات متناهية القصر .
- ويكمن سر نجاح اتصالات التوابع في مقدرتها على الوصول لكل مكان ، على الماء أو

وزاويته «و» بارتفاع التابع عن سطح الكرة الأرضية . فكلما ازداد ارتفاع التابع كلما اتسع مدى الرؤية له على سطح الأرض ، وكذلك فان سرعته تقل في مداره ( حيث تتحكم في ذلك المعادلة السابقة الذكر ) وبذلك يزيد زمن الدورة الكاملة لدورانه حول الأرض مما يزيد من زمن استخدام المحطات الأرضية لخدماته . كذلك فانه كلما ازداد ارتفاع التابع كلما ازدادت المسافة بينه وبين المحطات الأرضية ، وبالتالي تقل شدة اشاراته . ويعوض بعض هذا النقص قلة زاوية الرؤية من القمر للأرض ، والتي تفترض زيادة تركيز الطاقة المرسله من الهوائي في زاوية أصغر ، وهذا هو مايسمى بكسب الهوائي .

يتضح مما سبق ان التوابع المرتفعة تؤدي خدمات اتصالات أفضل شريطة ان تتوفر الامكانيات التالية :

١ - مقدرة صاروخية لوضع التابع في المدار المطلوب .

٢ - تحكم متقن حتى يستمر التابع في مدار محدد ( حيث ان قوى الجذب من الاجرام السماوية الأخرى تؤثر على مساره ) ، ويلزم لذلك تصحيح هذا المدار من وقت لآخر . ومن الجدير ذكره هنا ان كمية الوقود التي يحملها التابع تحدد فترة بقائه في المدار وهو مايسمى بعمر التابع . وكلما حل التابع كمية وقود أكبر كلما ازدادت المقدرة الصاروخية اللازمة لاطلاقه .

٣ - تصميم هوائيات الاتصالات التي تتيح الرؤية الأرضية المطلوبة بالكسب المطلوب .

٤ - تصميم معدات الاتصالات وأجهزة الحساب والتحكم اللازمة للارسل والاستقبال .

وبالنسبة للتوابع التي تدور على ارتفاعات منخفضة ، والتي تؤدي خدمات المراقبة الأرضية والتصوير واستكشاف ثروات الأرض ، فانها تحتاج بالإضافة إلى الامكانيات السابقة إلى مقدرة فائقة من المحطات الأرضية لتتمكن من متابعة هذه التوابع في حركتها السريعة . والمعروف ان مدة رؤية هذه التوابع المنخفضة قد لا تزيد عن بضع عشرة دقيقة في كل دورة .

تعرض الأجزاء التالية من هذا المقال للعوامل المختلفة التي يجب أن تتوفر حتى تتكامل فوائد الشبكات الحديثة للاتصالات







«KU» (١٢ - ١٤ جيجاهيرتز) .

### ٣ - مدارات بيضاوية :

تجمع بين الوجود القريب الذي تحققه توابع المدارات القريبة والوجود البعيد الذي تحققه توابع المدار الثابت . ويستخدم الاتحاد السوفيتي هذا النوع من المدارات لتحقيق زاوية مرتفعة لتتبع المحطة الأرضية للتوابع المتحركة في الفضاء نظراً لوجود معظم مناطقه في أعلا نصف الكرة الشمالي ، مما يجعل زاوية نظر المحطات الأرضية للتابع عدة درجات فقط ، فوق خط الأفق . ويفكر الأوروبيون جدياً الآن في استخدام هذه المدارات لتمكينهم من الحصول على زوايا رؤية عالية من المحطات الأرضية الصغيرة التي سوف تنتشر قريباً في المدن الأوروبية . ومن فوائد زوايا الرؤية العالية تفادي التداخل من مصادر الإشعاع المختلفة داخل المدن ، وكذلك إتاحة الفرصة بصورة أوضح للتطلع للتوابع الأرضية من بين الأبنية المرتفعة داخل المدن . ويوضح الشكل رقم (٧)

المسار البيضاوي بالمقارنة مع المدار الاستوائي الثابت . ومن عيوب المدارات البيضاوية وجوب استخدام أكثر من تابع واحد في كل مدار حتى تتحقق استمرارية رؤية المحطة الأرضية في مكان ما للتوابع . ومن هذه العيوب كذلك الحاجة إلى متابعة المحطة الأرضية للتابع بصفة مستمرة . ويكلف هذا ثمناً باهظاً يفكر الأوروبيون في دفعه نظير التخلص من بعض مشاكل التداخل التي تعد أهم العوائق أمام أنظمة الاتصالات في المستقبل .

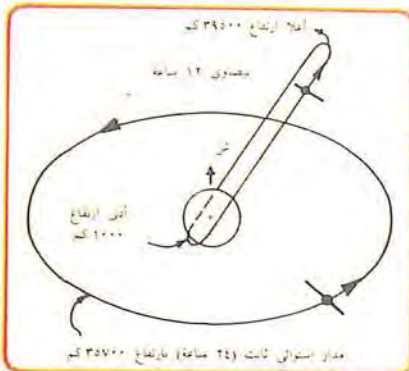
وهكذا فإن التوابع الأرضية تعد أحدث ما توصلت إليه تقنية الاتصالات الحديثة على الصعيدين الدولي والمحلي . وقد ثبتت فاعليتها واقتصاديات استخدامها حتى للخدمات التي لا تتعدى مسافاتها عشرات الكيلومترات . ويمثل التابعان العربي ( الحالي ) والسعودي



شكل (٦) تغطية «عربسات» للعالم العربي

( المستقبلي ) بادرة تطبيق هذه التقنية والاستفادة منها في العالم العربي . ومن أهم ما يمكن تحقيقه من فوائد من هذه التوابع مايلي :

١ - الحل التام لمشاكل الاتصالات المختلفة والبت بأنواعه لمسافات بعيدة أو قريبة .

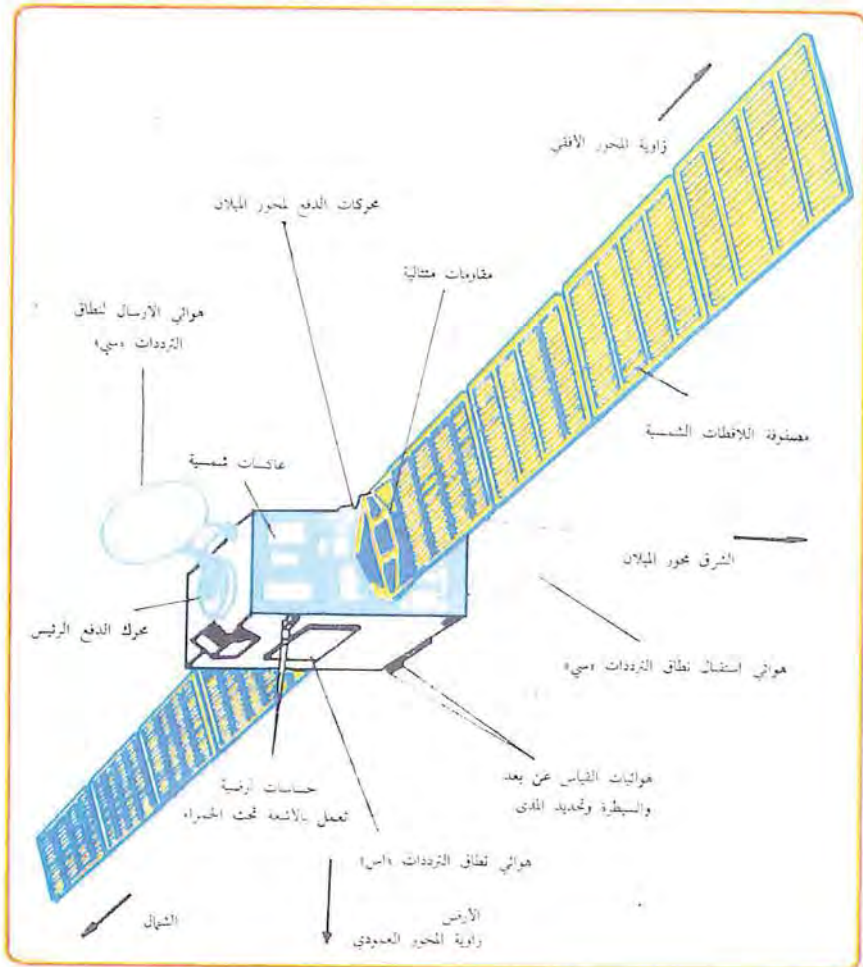


شكل (٧) المدارين البيضاوي والاستوائي الثابت

٢ - تعجيل التقدم في معظم فروع العلوم والمعرفة مع المقدرة الفائقة لاكتشاف ثروات الأرض والأجرام السماوية الأخرى بوساطة الاستشعار عن بعد .

٣ - الامكانية الكبيرة لانتشار الاتصالات الرقمية بما لها من مزايا كثيرة ستؤدي إلى تنمية الثروات العلمية والمادية دون المساس بالأمن الفكري والتراثي للأمة .

٤ - تحتاج تنمية التقنيات الفضائية اللازمة لمجتمعاتنا العربية والإسلامية لمجهودات محلية سريعة ، خاصة فيما يتعلق بتوسعة خدمات التابع العربي (عربسات) وتنفيذ الخدمات المقترحة للقمر السعودي .



شكل (٥) مكونات التابع العربي «عربسات»





# الاتصالات البحرية عبر التتابع

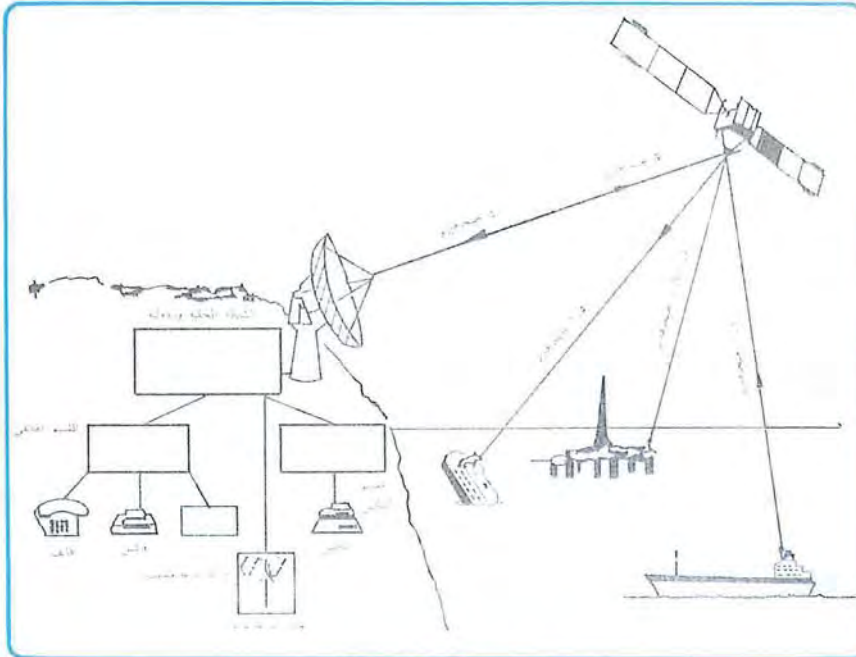
م. سعد أحمد دمياطي  
و م. اسامة طاهر عرب  
إدارة الاتصالات بعيدة المدى  
وزارة البرق والبريد والهاتف

منذ بدأ الانسان في استخدام السفن كواسطة نقل ، وهو في أشد الحاجة إلى اجراء الاتصال مع الساحل للاستغاثة في ساعات الخطر ولتبادل المعلومات مع الموانئ . وقد بدأ تقديم هذه الخدمة في عالم الاتصالات بإنشاء محطات ساحلية أرضية مركبة على الشواطئ تعمل بنظام التردد المتوسط والعالي والعالي جداً لخدمة هذه السفن . ومع تطور وسائل الاتصالات واختراع التتابع ( الأقمار الصناعية ) ، ظهرت الحاجة إلى تقديم خدمات الاتصالات في أعالي البحار عبر الأقمار الصناعية ، وهو النظام المسمى بتتابع الاتصالات البحرية ( انمارسات ) ، وبدأ العمل بهذا النظام في أوائل الثمانينات من هذا القرن ، وقد أمتاز عن المحطات الساحلية بأنه نظام دولي يغطي العالم بأسره ، فضلاً عن تقديمه خدمة أفضل من ناحية الحركة الهاتفية والتلكسية والاتصالات بوجه عام .

انمارسات ، وتغطي الكرة الأرضية عن طريق ثلاث مناطق هي منطقة المحيط الهندي ومنطقة المحيط الأطلسي ومنطقة المحيط الهادي ، وتحتوي كل منطقة على القطاع الفضائي ( التتابع ) ، ومحطات الاستقبال على السفن ، والمحطات الأخرى على اليابسة بالإضافة إلى محطة لتنسيق شبكة الاتصال في كل منطقة ، ( انظر مكونات النظام في شكل ١ ) . ان المهمة

ان الغرض من انشاء المنظمة الدولية للاتصالات البحرية ( انمارسات ) هو تزويد الدول الأعضاء بتابع للاتصالات في الفضاء والتصريح لهم باستخدامه ، وبهذا تسهم في تحسين خدمات الاغاثة والسلامة عبر الاتصالات البحرية ، ورفع كفاءة أداء السفن ، والعمل على تطوير مقدرة الاتصالات البحرية بوجه عام . ولقد انشئت هذه المنظمة بموجب اتفاقية موقعة بين الدول الأعضاء المشاركين في رأس المال المنظمة عام ١٩٧٩م ، وقد وقعت من قبل المملكة عام ١٩٨٣م .

## الشكل العام لنظام انمارسات

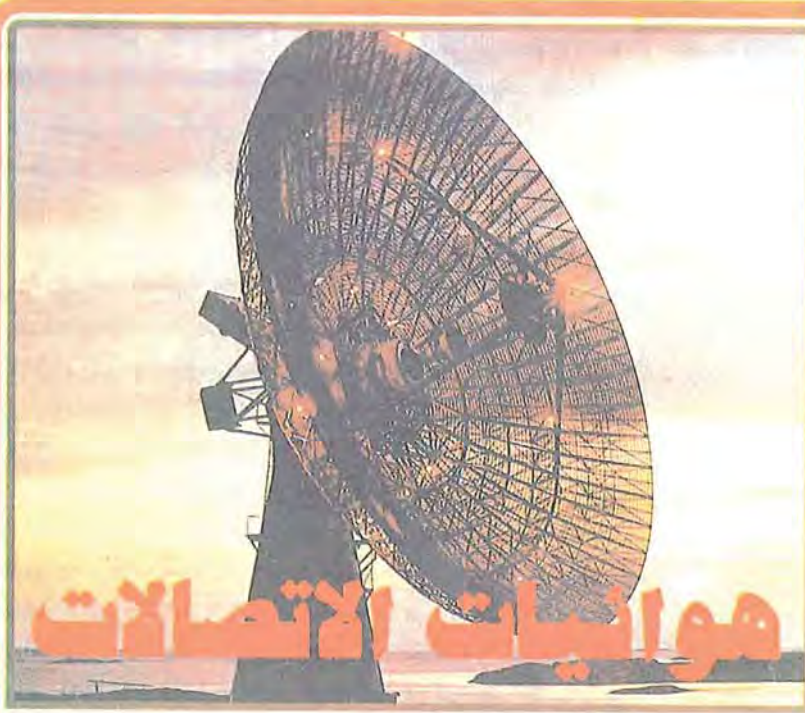


شكل (١) مكونات نظام « انمارسات »

بني هذا النظام أساساً على استخدام التتابع الصناعية كمراحل للاتصالات بين السفن المجهزة بمعدات الاتصالات اللائمة والمحطات الأرضية الساحلية ، وتوضع تتابع الاتصالات البحرية في مدار ثابت يبعد عن سطح الأرض بمسافة ٣٦٠٠٠ كيلومتر ، ويتم التحكم فيها من خلال محطات تحكم موجودة على الأرض ، ولكل تابع منطقة تغطية ثابتة .

ويوجد ثلاثة تتابع في الخدمة تعمل بنظام





د. سمير حسين عبدالجواد

قسم الهندسة الكهربائية - جامعة الملك فهد للبترول والمعادن

الأرضية. أما الموجات التي يتراوح ترددها ما بين ٣٠٠ كيلوهيرتز إلى ٣٠ ميجاهيرتز فتنتشر إلى أعلا ثم تنعكس عند الطبقة المتأينة لتعود إلى الأرض مرة أخرى ولكن في منطقة استقبال بعيدة عن محطة الإرسال ، وهي لذا تسمى بالموجات الساقية . أما ما زاد تردده عن ٣٠ ميجاهيرتز من الموجات فتنتشر على خطوط بامتداد البصر ، وذلك يعني ان الهوائي المرسل يجب ان يكون على مرء البصر من الهوائي المستقبل ولا يحول بينها حاجز . كما أن هذه الموجات تخترق الطبقة المتأينة ولا تنعكس عنها ولهذا فهي تستخدم في الاتصالات الفضائية واتصالات التوابع . ستركز هذه المقالة امتداداً لما ذكر على هوائيات الاتصالات ذات الموجات الكهرومغناطيسية ، لما لها من استعمالات عديدة في كل مكان ، وتشكل فائدة كبيرة للأغراض المدنية والعسكرية .

الهوائي بمفهومه العام هو جهاز بث أو استقبال للموجات بشتى أنواعها ، سواء أكانت كهرومغناطيسية أم فوق صوتية أم خلافة . وقد يتطلب من الهوائي بالإضافة إلى البث أو الاستقبال ان يقوم بتركيز الطاقة المستخدمة وتوجيهها بأفضل صورة ممكنة وفي الاتجاه المقصود لها . ولهذا فقد تعددت أشكال وأحجام الهوائيات تبعاً لتغير الاحتياجات والتطبيقات .

يقوم الغلاف الجوي المحيط بالكرة الأرضية ، والطبقة المتأينة العليا من الغلاف الجوي (الايونوسفير) ، وسطح الكرة الأرضية بدور كبير في عملية انتشار الموجات اللاسلكية (الكهرومغناطيسية) . ولتوضيح ذلك بالاستعانة بالشكل رقم (١) سنجد ان هنالك الموجات التي يتراوح ترددها ما بين ٣٠ كيلوهيرتز إلى ٣٠٠ كيلوهيرتز تتخذ سطح الكرة الأرضية مساراً لانتشارها ، وتسمى لذلك بالموجات

الأساس لتوابع انمارسات هي استقبال الاشارات المرسله من المحطات الأرضية الساحلية ومحطات السفن ، وذلك لتكبيرها ومن ثم اعاده ارساها إلى الأرض من جديد .

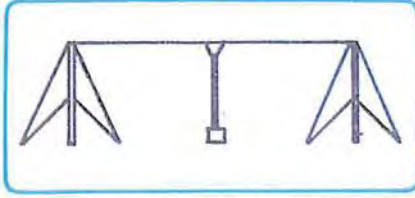
### المحطة الأرضية الساحلية بجدة

محطة جدة هي محطة أرضية ساحلية تتعامل بنظام انمارسات ، وقد تم افتتاحها في شهر ربيع الثاني ١٤٠٧ هـ (ديسمبر ١٩٨٦ م) ، وتستطيع المحطة خدمة ١٥ ألف سفينة مجهزة بأجهزة الاستقبال المناسبة ، وبامكان المحطة التعامل مع تابع المحيط الهندي، أو الأطلسي لأمرار حركة السفن عبرها ، وقد تقرر ان تعمل محطة جدة مع تابع المحيط الهندي وذلك لتتكامل مع محطة أم العيش بدولة الكويت في خدمة منطقة الخليج العربي .

ويمكن اجراء الاتصالات الهاتفية والتلكسية عبر هذه المحطة بطريقة آلية . وتتم هذه الاتصالات من سفينة إلى أخرى في عرض البحر بطريقة آلية عبر المقسم الدولي في المحطة . كما تقوم المحطة باتمام المكالمات الهاتفية والتلكسية بين المشتركين داخل أراضي المملكة وبين السفن المشتركة في البحر . أما إذا كان المشترك خارج المملكة ، فان بوابة عبور المكالمات تعمل وكأنها مقسم ارسال دولي ، وبهذا فان الحركة تمرر آلياً إلى البلد الآخر إذا كانت الرسالة صادرة من داخل المملكة .

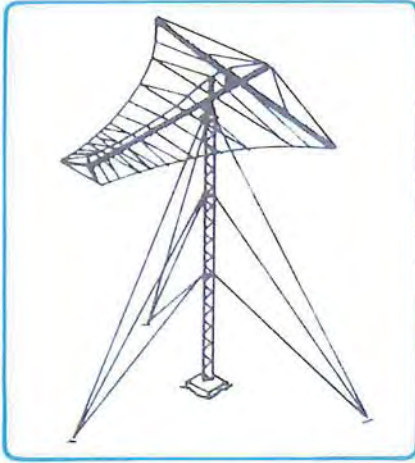
وأخيراً فان خدمات الانمارسات لن تقتصر على الخدمات البحرية فقط ، بل تجرى حالياً دراسات فنية تعتمد على آخر تطورات التقنية العالمية لتقديم خدمات الاتصالات للطائرات والسفن الصغيرة العاملة في مجال الصيد للسماح بنقل المعلومات أو المكالمات الصوتية باستخدام أجهزة دقيقة ورخيصة الثمن . وهناك حالياً بعض الطائرات المزودة بهوائيات وأجهزة خاصة تؤمن الاتصال فيما بينها وأماكن أخرى في العالم من سفينة أو مدينة . ولكن مثل هذه التجهيزات مكلفة جداً ولا تناسب إلا الطائرات الضخمة . إلا أن التقنية والتطوير كفيلا بتذليل هذه العقبات في المستقبل القريب ان شاء الله .





شكل (٢) هوائي سلكي بسيط

طرفيه المشدودين ، ويغذي الطرفان المعزولان في منتصفه جهاز الاستقبال اذا كان الهوائي مستقبلاً . كما تتم تغذية هذين الطرفين بالتيار الكهربائي (الاشارات الكهربائية) إذا كان الهوائي مرسلًا . وإذا تعددت الموجات المراد التقاطها ، يشيد هوائي سلكي لكل موجة . ويوضح الشكل رقم (٣) هوائياً سلكياً يستخدم عادة للترددات العالية من ٣ إلى ٣٠



شكل (٣) هوائي سلكي

ميجاهيرتز . ويمكن أحياناً مشاهدة هذا الهوائي فوق بعض السفارات أو الشركات .

## ٢ - الهوائيات ذات الفتحات :

تستخدم هذه الهوائيات عادة في الطائرات أو تطبيقات الطيران وذلك لسهولة تركيبها على جسم الطائرة . وبين الشكل (٤) الشكل العام لاحدى هذه الهوائيات ويسمى بهوائي البوق .

وتعمل هذه الهوائيات عادة ضمن النظام الممتد ما بين ٥٠٠ ميجاهيرتز إلى ٥ جيجاهيرتز .

## ٣ - الهوائيات العاكسة :

تعد هذه الهوائيات والتي تتكون من صحن (أطباق) مقعرة من أحد أهم أنواع الهوائيات وأكثرها شهرة في عصرنا الحديث حيث تستخدم في الاتصالات الفضائية وبالذات اتصالات الأقمار الصناعية (التتابع) ، وهي تمثل في أيسر

٤٠٠ كم تقريباً فترتد مرة ثانية إلى سطح الأرض في منطقة الاستقبال المقصودة ( والبعيدة عن محطة الارسال ) ، ويمكن لهوائيات الاستقبال المناسبة في تلك المنطقة تحويل الموجات الكهرومغناطيسية المنعكسة إلى اشارات كهربائية توصل بوساطة سلك إلى جهاز استقبال الاذاعة ( الراديو ) الذي يقوم بدوره بمعالجة الاشارات الكهربائية وتقويتها ثم يحولها إلى صوت مسموع .

انك - عزيزي القارئ - وأنت تقرأ هذه الكلمات تستخدم هوائياً خاصاً أنعم الله به عليك الا وهو العين ، فشبكية العين تقوم بتحويل الضوء ( وهو عبارة عن موجات كهرومغناطيسية ذات تردد كبير جداً ) المنعكس عن هذه الصفحة إلى اشارات كهربائية تنقل عبر العصب البصري إلى جهاز الاستقبال الخاص في المخ ليتولى تفسير الكلمات وفهمها . كما أن جلد الانسان هو كذلك هوائي خاص بتحويل الموجات الحرارية الساقطة على الجسم

والشعة من الشمس أو الأجسام الأخرى إلى اشارات كهربائية ترسل عبر الجهاز العصبي إلى المخ ، ولا تختلف هوائيات الاتصالات عن هذين الهوائيين الطبيعيين الموجودين في أجسام البشر إلا في نطاق الترددات المستخدمة وفي التطبيقات.

## أنواع الهوائيات وتطبيقاتها

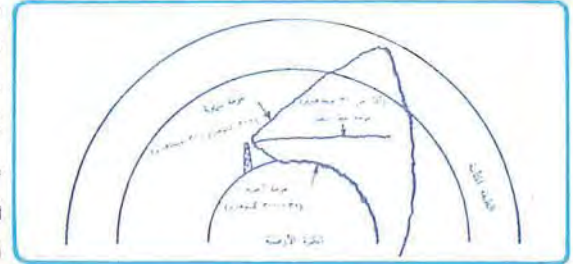
لهوائيات الاتصالات أنواع عديدة كما ذكر سابقاً ، ويعتمد كل نوع منها على طبيعة الموجات الكهرومغناطيسية المراد بثها وتوجيهها أو المراد استقبالتها ، وتنقسم هذه الأنواع إلى مجموعات رئيسة ، ويتفرع من كل مجموعة أنواع أخرى من الهوائيات يحمل كل منها نفس الخصائص العامة .

### ١ - الهوائيات السلكية :

تعد هذه الهوائيات هي الأكثر استخداماً في عصرنا الحاضر وتستخدم في المنازل والمعامل والسفن والطائرات والسيارات وخلافه . ويعطينا الشكل رقم (٢) أسهل أنواع هذه الهوائيات السلكية، ويمثل طوله الكلي ما يعادل طول نصف الموجة المراد استقبالتها، وهو منصف بمعازل يعزل جزئيه المتساويين وعازلين يعزلان

## أسس الهوائيات

يرتكز أساس عمل هوائي الارسال (أو البث) على نظرية فيزيائية (كهرومغناطيسية) سهلة تقول ان مرور التيار الكهربائي المتردد في سلك موصل يولد مجالاً كهربائياً ومجالاً مغناطيسياً يختلف اتجاههما وشدهما باختلاف شكل السلك وخواص التيار المار فيه ، ويقوم المجالان الكهربائي والمغناطيسي بتعزيز كل منهما الآخر مؤديين إلى انتشار موجات كهرومغناطيسية متطابقة من الهوائي . كما أن عكس هذه النظرية صحيح كذلك حيث أن وجود السلك الكهربائي في المجال الكهربائي والمغناطيسي (الموجات الكهرومغناطيسية) يولد فيه تيارات (أي اشارات) كهربائية حسب وضع الهوائي وحسب خواص المجالين وشدهما ، وهذا هو أساس عمل هوائيات الاستقبال .



شكل (١) انتشار الموجات الكهرومغناطيسية

ومن هنا نرى أن الهوائي ماهو إلا جهاز كهربائي لتحويل الاشارات الكهربائية في الاسلاك إلى موجات كهرومغناطيسية في الفراغ المحيط ( في حالة الارسال ) ، أو التحويل العكسي من موجات كهرومغناطيسية في محيط الهوائي إلى اشارات كهربائية في الأسلاك ( في حالة الاستقبال ) . وهذا مناظر للمحرك الكهربائي الذي يحول الطاقة الكهربائية إلى طاقة ميكانيكية حركية ، أو المولد الكهربائي الذي يحول الطاقة الحركية إلى طاقة كهربائية .

ولنضرب مثلاً بهوائيات الارسال الاذاعي على الموجات القصيرة ( ٣ - ٣٠ ميجاهيرتز ) التي تقوم بتحويل الاشارات الكهربائية القادمة من محطة الارسال إلى اشارات لاسلكية كهرومغناطيسية توجه إلى الأعلا بزاوية معينة لتنتشر في الهواء وترتفع في ذلك الاتجاه حتى تصطدم بالطبقة الثابتة على ارتفاع ١٠٠ إلى





د. إبراهيم الغنيم مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية

مع التقدم العلمي والتقني الكبير في هذا العصر وخاصة في مجال الاتصالات ، ومع الانتشار السريع لوسائل الاعلام ، فقد أصبح التلفزيون من الضروريات في عالم اليوم . ولا شك أن للتلفزيون استخدامات عديدة في الاعلام والتوعية والترفيه والتعليم والأمن وغيرها .

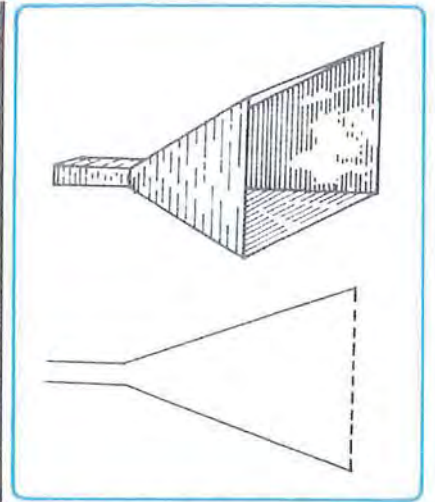
ولقد ركز العلماء اهتمامهم بتطوير هيكل جهاز الاستقبال التلفزيوني ( وهو ما نسميه بالتلفزيون بشكل عام ) ودوائره الألكترونية وامكاناته وطرق التحكم فيه ، إلا ان هوائي الاستقبال التلفزيوني ظل على حالته تقريباً ولم يطرأ على طريقة تصميمه وتركيبه تطور جوهري باستثناء التطور الذي طرأ على صناعة المواد المستخدمة في تركيبه فقط . والهوائي هو الجزء الأول من نظام الاستقبال التلفزيوني حيث يقوم بتحويل الموجات اللاسلكية المبعثة من محطة الارسال إلى اشارات كهربائية سلكية ترسل إلى جهاز التلفزيون لمعالجتها وتكبيرها تمهيداً لعرضها على الشاشة . ولهذا يعد الهوائي جزءاً مهماً في جهاز التلفزيون وان كان منفصلاً عنه في معظم الأوقات . وقد يكون هذا الهوائي مركباً فوق جهاز التلفزيون داخل المنزل أو مركباً على صارية عالية فوق المنزل ، ويسمى هذا النوع الأخير بهوائي ياقى ( نسبة إلى باحث ياباني ) ، وهو يشبه إلى حد ما الهيكل العظمي للأسماك ، كما هو موضح بالشكل (١) . وسناقش هذا المقال الهوائي الخارجي فقط ( أي هوائي ياقى ) لاعطاء القارئ الكريم فكرة يسيرة عن هذا الهوائي وذلك نظراً لكونه أكثر انتشاراً ، وأفضل أداء للاستقبال التلفزيوني من الهوائيات الداخلية ومن كثير من الهوائيات الخارجية الأخرى .

#### أولاً - المغذي :

المغذي هو ذلك الجزء من الهوائي الذي يتم من خلاله تحويل الموجات الكهرومغناطيسية في الهواء إلى تيار كهربائي داخل الموصل نتيجة حركة الالكترونات في داخله بفعل المجال الكهربائي للموجات الكهرومغناطيسية ، وقد يكون هذا المغذي هوائياً ثنائياً القطب بطول

#### مكونات الهوائي :

يتكون هوائي التلفزيون الخارجي في تركيبه الأساس كما يوضح الشكل (١) من ثلاثة أجزاء مصنوعة من مواد جيدة التوصيل للكهرباء هي :  
١ - المغذي أو جهاز التلقين .  
٢ - الموجهات .  
٣ - العاكس .



شكل (٤) هوائي البوق

صورها عمل المرآة المقعرة التي تركز الصورة في بؤرتها ، فالتركيز في هذه الهوائيات العاكسة يمثل تركيز الموجات المستقبلية من مسافات بعيدة تبلغ آلاف الكيلومترات . وتستخدم هذه الهوائيات بالطبع أيضاً لعمليات الارسال حيث تنعكس الموجات الصادرة من البعد البؤري لها عن السطح المقعر إلى الفضاء الخارجي . وتستخدم هذه الهوائيات بكثرة في اتصالات الموجات الدقيقة ( الميكروويف ) ويمكن مشاهدتها معلقة على أبراج خاصة فوق مباني المقاسم الهاتفية وحول الطرق السريعة في المملكة .

وتتملك مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية محطة فضائية لاستقبال صور توابع الاستشعار عن بعد تحتوي على مثل هذه الهوائيات . وتستخدم هذه الهوائيات عادة في الترددات الاعلا من ١ جيجاهيرتز ، وكلما زاد التردد كلما صغر قطر الهوائي الطبقي . ويوضح الشكل رقم (٥) بعض هذه الهوائيات العاكسة واستخداماتها .



شكل (٥) هوائي عاكس



الاستعمال والمفيدة جداً في نطاق الترددات العالية (٣-٣٠ ميجاهيرتز) ونطاق الترددات العالية جداً (٣٠-٣٠٠ ميجاهيرتز). أما في نطاق الترددات فوق العالية (٣٠٠-٣٠٠٠ ميجاهيرتز) فقد تم استخدام الهوائي في جزء من هذا النطاق يمتد من ٣٠٠ إلى ١٢٠٠ ميجاهيرتز تقريباً ، والسبب في ذلك هو أن طول الموجه يصغر كلما زادت قيمة التردد مما يؤدي إلى صعوبة في تصميم الهوائي ، وفي هذه الحالة يكون طول الموجه مقارباً لطول الذراع الحامل لأجزاء الهوائي ، كما وأن أي اختلاف ولو كان يسيراً في طول المغذي أو الموجهات يسبب تغييراً ملحوظاً في الكسب وفي أداء الهوائي .

### استقبال البث من المحطات البعيدة:

يظن البعض من الناس وخاصة الذين يقطنون في مدينة الرياض ان باستطاعتهم استقبال الارسل التلفزيوني من بعض الدول المجاورة مثل الأردن وبعض الدول المطلة على الخليج ، وذلك باستخدام أنواع متطورة من الهوائيات تكون مثلاً ذات حجم وطول كبيرين وذات قطع كثيرة . ولكن هذا ليس صحيحاً تماماً ، ولو صح استقبال ارسال تلفزيوني من محطة بعيدة فان هذا ليس ناتجاً عن الهوائي نفسه . حيث أن الهوائي يستقبل الموجات الكهرومغناطيسية الموجودة في محيطه ، وبالتالي فهو لا يستطيع جذب الارسل من المناطق البعيدة عنه ، ولا يزيد دور هذا الهوائي « المتطور » عن دور الهوائي العادي إلا ان قوة كسبه قد تكون أعلا ، ولكن ليس لهذا الكسب العالي دور في استقبال البث غير الموجود في محيطه . اذا تم فعلاً استقبال بعض هذه المحطات فان ذلك قد يكون ناجماً عن زيادة قوة الارسل من المحطات المذكورة الأمر الذي يجعل ذلك الارسل يصل إلى منطقة الرياض . ولكن السبب الأكثر احتمالاً لا مكان استقبال بعض المحطات البعيدة هو حدوث تغير في الظروف الجوية التي تؤثر تأثيراً مباشراً على إنتشار الموجات اللاسلكية بحيث قد تقطع هذه الموجات مسافات كبيرة دون ان تتعرض للضعف الكبير الذي عادة ما يصاحب انتشار هذه الموجات . على أن هذه الحالات هي حالات عشوائية نادرة الحدوث ولا يمكن الاعتماد عليها لضمان استقبال دائم جيد من المحطات البعيدة .

من مقداره في الموجهات القريبة من المغذي وبالتالي فان زيادة عدد الموجهات عن حد معين ( حوالي ٥ ) قد لا تؤدي إلى تحسين ملحوظ في الكسب .

### ثالثاً - العاكس :

العاكس هو الجزء الموجود خلف المغذي في الجهة المعاكسة للبث كما هو واضح من الشكل (١) وعادة مايكون أطول من المغذي بمقدار ٤٪ إلى ٦٪ ، وسمي بالعاكس لأن وظيفته هي عكس الاشعاع إلى المغذي في اتجاه الموجهات ، وتكون المسافة بين العاكس والمغذي أقصر نوعاً ما من المسافة بين المغذي وبين أقرب الموجهات ، وفي معظم هوائيات التلفزيون يكون هناك عاكس واحد فقط حيث ان الزيادة في عدد العاكسات لا تؤدي إلى تحسين ملحوظ في أداء الهوائي .

### طريقة الارسل والاستقبال التلفزيوني :

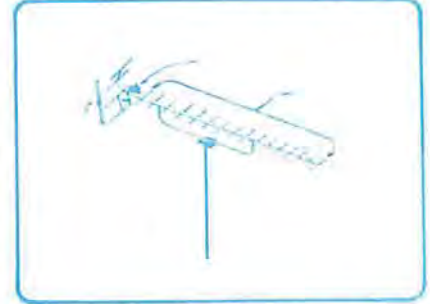
يتم الارسل التلفزيوني من محطة الارسل وذلك بارسال المعلومات ( صورة وصوت ) بواسطة الموجات الكهرومغناطيسية ، وعادة ما تبث هذه الموجات باستخدام هوائي غير اتجاهي . ولكي يصل البث إلى جميع المناطق المراد تغطيتها فان موقع هذا الهوائي ينبغي أن يكون في مكان عال « برج التلفزيون مثلاً » وفي منتصف المناطق المراد تغطيتها . كما يستحسن أن يكون ارتفاع الهوائي أعلا من المباني المحيطة به وان يكون على مرء من جميع هوائيات المستقبلين ، حيث ان وجود العوائق بين هوائيات الاستقبال وبين هوائي الارسل يؤثر تأثيراً واضحاً على الاستقبال التلفزيوني .

عندما ترسل هذه الموجات الكهرومغناطيسية من محطة الارسل فان هوائي الاستقبال المنزلي يقوم باستقبالها ومن ثم تحويلها إلى اشارات كهربائية تنقل إلى جهاز التلفزيون عن طريق سلك أو كابل محوري . وعندما تكون نقطة الاستقبال بعيدة عن محطة الارسل فقد تكون الموجات الكهرومغناطيسية المستقبلية ضعيفة في بعض الأحيان ، مما قد يؤدي إلى عدم وضوح الصورة . ويمكن التغلب على هذا في معظم المناطق باستخدام هوائي ذي كسب عال أو باستخدام مكبر بين الهوائي وجهاز التلفزيون .

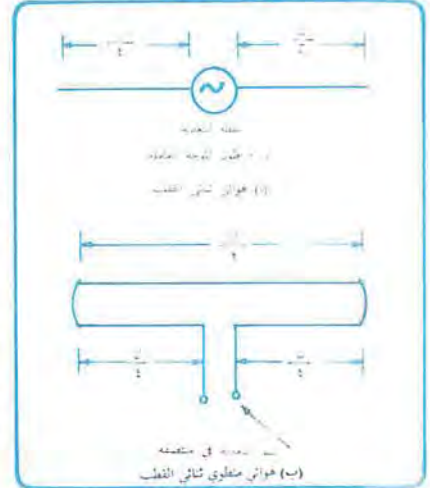
### نطاق الترددات المستخدم :

يعد هوائي ياتي من الهوائيات سهلة

يبلغ نصف طول الموجه المرسل ، وتتخذ الاشارات الكهربائية ( التيار ) من منتصفه كما هو واضح في الشكل (٢) ، أو يكون هوائياً منطوياً ثنائي القطب ، ويتكون من موصلين متوازيين أحدهما مستمر والآخر منقسم عند منتصفه ، حيث يتم أخذ التيار كما هو واضح من الشكل (٢ ب)



شكل (١) هوائي « ياتي » ومكوناته



شكل (٢) المغذي أو جهاز التليم

### ثانياً - الموجهات :

الموجهات هي أجزاء الهوائي التي توضع أمام المغذي ، أي انها تكون أقرب إلى محطة الارسل من المغذي ، وعادة ما تكون هذه الموجهات أقصر من المغذي بحوالي ٤٪ إلى ٦٪ . وما يجدر ذكره هنا ان هذه الموجهات قد تكون مختلفة في أطوالها وفي أقطارها وان المسافات بينها قد تتراوح ما بين ٣٠٪ إلى ٤٠٪ من طول الموجه ، وتؤدي الزيادة في عدد هذه الموجهات إلى تحقيق كسب عال في الإشارة أي في قوة الاشارات الكهربائية الخارجة من الهوائي ، وبالتالي فكلما كان مقدار الكسب أعلا كلما تحسنت قدرة الهوائي على التقاط الاشارات . ولكن هناك حد أقصى لهذا الكسب ، حيث ان مقدار التيار المستحث في الموجهات البعيدة عن المغذي يكون أقل بكثير



# الرادار

د. محمد عبدالعزيز حسن

كلية الهندسة

جامعة الملك سعود



شهدت ظاهرة الرادار لأول مرة في عام ١٩٢٢م، عندما لاحظ مجموعة من مهندسي معمل الأبحاث البحرية بالولايات المتحدة الأمريكية، أن باخرة - مارة بين مرسل ومستقبل - قد عكست جزءاً من الموجة إلى المرسل مرة أخرى، ومنذ ذلك الوقت وحتى عام ١٩٣٠م، أثبت التجارب المتتالية القيمة العسكرية لهذه الظاهرة، وفي أواخر عام ١٩٣٠م عندما زاد احتمال الحرب

العالمية الثانية، تعاقبت الحكومة البريطانية مع سير روبرت واطسون واط

والمعروف باسم «أبو الرادار» لتصميم كاشفات باستخدام نظرية موجات الراديو المنعكسة من أجل اكتشاف سفن العدو وطائراته عن بعد. وقد استنبطت كلمة رادار من التعريف الأساس (باللغة الانجليزية) لعمل هذا الجهاز. فهي تأتي من التعبير «Radio Detection And Ranging»، ويعني أن الجهاز يستخدم اشارات الراديو ليكتشف الهدف ويحدد مداه (أي مسافته) وكذلك اتجاهه وارتفاعه.

## الفكرة الأساس للرادار

يستخدم الرادار ظاهرة «الصدى» (echo) فكلنا نعلم بأنه إذا أطلقت طلقة نارية تولدت موجات صوتية تنتشر في جميع الاتجاهات، فإذا حدث هذا في أرض منبسطة واسعة، فقدت الموجات طاقتها مع انتشارها حتى تتلاشى نهائياً، ولكن إذا وجد جبل أو مبنى مرتفع بالقرب من مكان الاطلاق، انعكس جزء من هذه الطاقة وسمع كصدى، ويعتمد الزمن الذي يأخذه الصدى في العودة إلى مكان الاطلاق على مدى بعد موقع الجسم العاكس، وبالطبع كلما كان الجسم أبعد كلما أخذ الصدى وقتاً أطول في العودة، ويذكر هنا أن الحفاش (البوطاط) يستخدم هذه الطريقة لتحديد طريقه وتجنب العوائق في الظلام.

ويقوم الرادار بنفس هذا العمل. فهو يولد

ونبضة قصيرة جداً من طاقة الراديو، تنتشر باتجاهية عالية جداً ويفقد جزء منها خلال الانتشار، أما الجزء الباقي فيصطدم بالهدف (مثل سفينة أو طائرة أو أي جسم موصل)، وينعكس مرة ثانية إلى نقطة الارسال. وبقياس الزمن المطلوب للموجة للوصول للهدف ثم العودة إلى المرسل مرة ثانية يمكن تحديد المسافة. وفي مثال الموجات الصوتية، يمكننا قياس هذا الزمن بواسطة ساعة توقف. أما في حالة موجات الراديو فهذا مستحيل حيث أن إشارة الراديو تنتشر بسرعة عالية جداً (٣٠٠,٠٠٠ كيلومتر في الثانية الواحدة)، وبالتالي يقاس الزمن بين لحظة الارسال ولحظة الاستقبال بالميكروثانية (أي جزء من المليون من الثانية). لذلك لا نستطيع استخدام الطرق التقليدية في قياس الزمن، بل يتم استخدام أجهزة الكترونية دقيقة لهذا الغرض، ويتم قياس المسافة مباشرة على شاشة أنبوبة الأشعة المهبطية التي تشبه كثيراً شاشة التلفزيون.

## ترددات أنظمة الرادار

تحتوي كل نبضة ارسال على عدد كبير من الموجات الحاملة، ويعتمد اختيار التردد الحامل على عدة عوامل، أهمها حجم الهدف والاتجاهية والارسال على خط الرؤية. وفيما يلي نعطي فكرة موجزة عن كل منها:



وهناك ثلاثة أنواع رئيسة يشتق اسم كل منها من طبيعة الإشارة المرسل، وهي تختلف عن بعضها في نوع التعديل المستخدم لإشارة الإرسال، وهذه الأنواع هي نظام النبضات ونظام التردد المعدل ونظام إزاحة التردد.

ففي نظام النبضات - وهو النوع الواسع الانتشار - ترسل طاقة الراديو على هيئة مجموعة متتالية من النبضات القصيرة وتستغرق كل نبضة عدداً معيناً من الميكروثانية وتبتعد عن بعضها البعض فترات زمنية طويلة نسبياً، وخلال هذه الفترات توجه الطاقة إلى الهدف وتنعكس ومن ثم تستقبل بوساطة المستقبل. بمعنى أن الإرسال يتوقف لحين رجوع نبضة الصدى إلى المستقبل، وذلك حتى لا تصطدم نبضة الإرسال القوية بإشارة الصدى الضعيفة فتحجبها أو تلغيتها، وتحدد المسافة بالزمن المطلوب للصدى من أجل العودة.

وفي نظام التردد المعدل، تشع الموجة الحاملة بصفة مستمرة ولكن تعدل الإشارة بتغير التردد في نطاق محدد على فترات منتظمة، حيث يزيد التردد من أقل قيمة له إلى أقصى قيمة له بمعدل معروف ثم ينخفض إلى أقل تردد ومن ثم يبدأ دورة جديدة، وهذا يشبه إلى حد ما نظام النبضات حيث يقابل أقل تردد في النظام المعدل النبضة المرسل في نظام النبضات، وتحدد المسافة بمدى التغير الذي حدث في تردد الإرسال عند لحظة وصول نبضة الصدى.

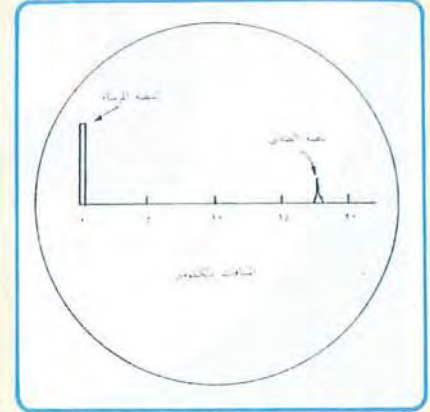
استخدامات عديدة، فمثلاً تعمل مرسلات أنظمة رادار البواخر في ثلاث حزم ترددية تتواجد في اثنين من النطاقات، ورادار الشرطة في حزمة ترددية من النطاق الأول وحزمة ترددية أخرى من النطاق الرابع، ورادار الطائرات في عدة حزم ترددية من النطاقين الأخيرين... وهكذا.

### أنواع أنظمة الرادار

على الرغم من أن جميع أنظمة الرادار تستخدم نفس الأفكار الأساس في تشغيلها إلا أن هناك كثيراً من الاختلافات في دوائرها الإلكترونية ونوعية الأجهزة المستخدمة معها. وعلى سبيل المثال يقوم نظام «النبضات» بعمله عندما يكون الغرض هو اكتشاف الهدف وتحديد مكانه، ولا يستخدم هذا النظام لقياس سرعة المركبات المتحركة، ولكن يستخدم نظام آخر مختلف تماماً.

وكذلك هناك تباين بين الأنظمة المختلفة لنفس الرادار. وعلى سبيل المثال توجد اختلافات في نطاق تردد الإرسال، وفي أقل وأكبر مدى للكشف، وفي نوعية الهوائي المستخدم وفي المستقبل... وغيرها، وكذلك هناك اختلافات في عمل نظام الرادار مثل البحوث السطحية والجوية ومراقبة الطقس وقياس السرعات... وغيرها.

عندما يكون طول موجة الإرسال كبيراً بالنسبة لحجم الهدف، تنعكس كمية قليلة من الطاقة، ولكن في الترددات العالية (أي الموجات القصيرة) فإن كمية الطاقة المنعكسة تكون أكبر، وبالتالي تزداد حساسية الرادار، وكذلك تزداد أقصى مسافة ممكنة للاستخدام. وعادة ما نحصل على أفضل انعكاس عندما يكون الهدف مصنوعاً من مادة موصلة وأحد أبعاده يزيد عن ربع طول موجة الإرسال.

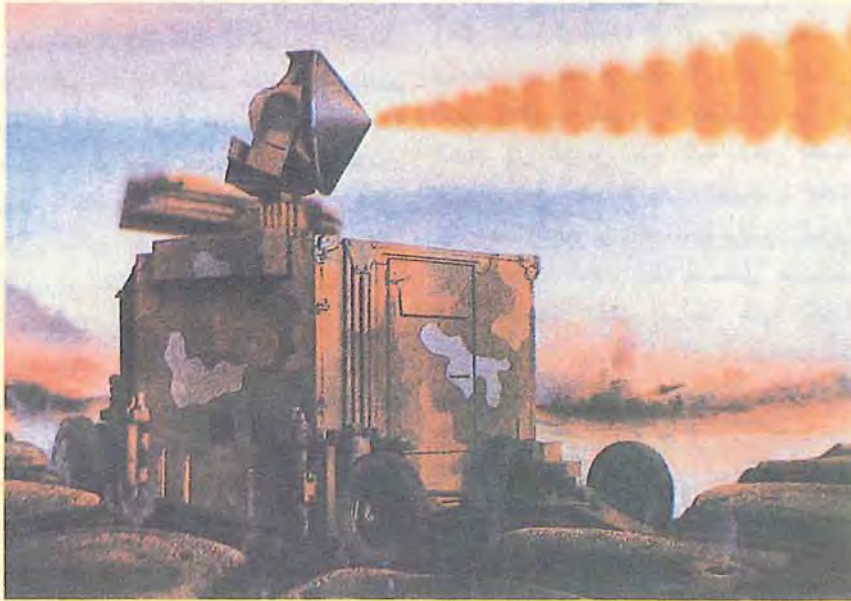


شاشة أحد أنظمة الرادار

كذلك يجب إرسال موجة الرادار من هوائي له اتجاهية عالية (أي أنه يركز معظم الطاقة في اتجاه محدد) من أجل الحصول على قياسات دقيقة، وذلك بأن يكون طول أحد أبعاده نصف طول الموجة المرسل على الأقل. ولا يتأتى هذا إلا برفع تردد الإرسال، وتعطي الاتجاهية العالية دقة في تحديد الهدف وقدرة على التمييز بين هدفين قريبين من بعضهما البعض.

في الترددات العالية جداً (أكبر من ٣٠ ميجاهيرتز) يوجد نوع واحد فقط من الإرسال، هو الإرسال على خط الرؤية، وبذلك تنعكس موجة واحدة فقط هي تلك التي تقابل موجة الإرسال. أما في الترددات الأقل من ذلك فتتداخل الموجات الأرضية والسموية وتعطي قياسات خاطئة عن الهدف.

ويتضح مما سبق أن للإرسال على ترددات عالية مميزات كثيرة في أنظمة الرادار، ويمكن تقسيم الترددات الحاملة التي يعمل عليها الرادار إلى خمسة نطاقات واسعة، تبدأ من ٢٢٠ ميجاهيرتز وتنتهي بـ ٣٦ جيجاهيرتز (أي من ٢٢٠ مليون ذبذبة في الثانية إلى ٣٦٠٠٠ مليون ذبذبة في الثانية)، ولكل نطاق منها



أحد أنواع الرادارات المستخدمة في الأغراض العسكرية

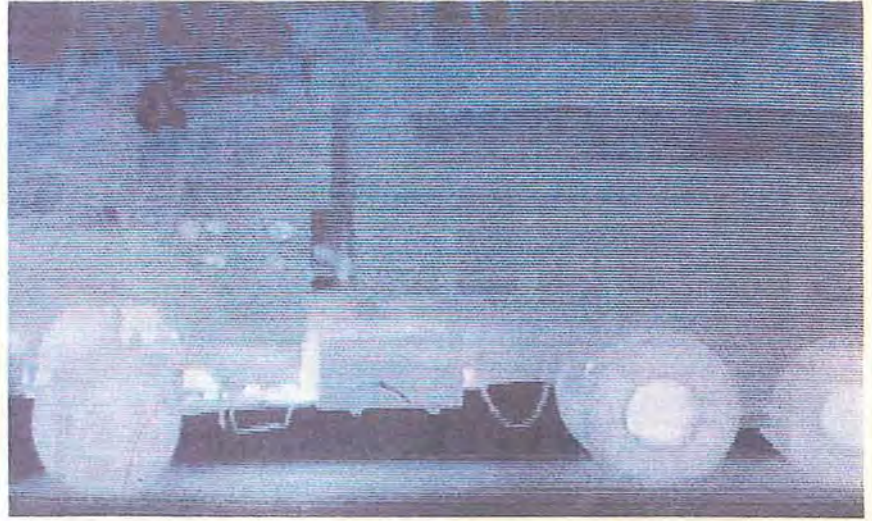




منظار الرؤية الليلية

المدني وفي مسائل تنظيم الحركة الجوية بالمطارات، والعكس صحيح في الأغراض العسكرية حيث نجعل بصمة الجسم صغيرة بحيث يصعب التعرف عليها واكتشافها بالرادار. ولكن هناك أنظمة رادارية مضادة تستحدث تبعاً للطريقة التي يقوم الجسم المراد اكتشافه بالتخفي بها. وسيظل السباق مستمراً بين طريقة اخفاء الهدف وطريقة التعرف عليه واكتشافه. فهناك مثلاً رادار جديد يعمل على بعض السفن من أجل تغطية نصف كروية كاملة وهو مكون من أربعة هوائيات مثبتة، كل منها مؤلفة من أكثر من ٤٤٠٠ وحدة اشعاع وتعطي - بخلاف الهوائي الطبقي الدوار - مئات من الأشعة القابلة للتوجيه الإلكتروني في كل ثانية، وبذلك تسمح بمتابعة أكثر من ٢٥٠ هدفاً على السطح أو في الهواء. وفي نفس الوقت تقوم بعض شركات الطيران الحديثة بإنتاج طائرات خفية ذات أشكال غير مألوفة ومصنوعة من مواد خاصة وذلك حتى يصعب اكتشافها من قبل أنظمة رادار العدو وإذا ما اكتشفت يصعب تتبعها.

وسيظل... هذا السباق مستمراً... وعلى سبيل المثال فقد أكدت وزارة الدفاع الأمريكية في شهر نوفمبر ١٩٨٨م الوجود الفعلي لطائرة عسكرية متطورة «خفية عن الرادار» أو بمعنى آخر ذات مساحة مقطعية رادارية صغيرة جداً، بعد سنوات طويلة من الأخبار الغامضة والتقارير الصحفية غير المؤكدة عن الشك في وجود مثل هذه الطائرة وهي ما تعرف باسم طائرة التسلل الخفي.



الرؤية الليلية لشاحنة بنظام الرؤية الحرارية

وعلى سلامة من بها. كذلك فإن بعض وحدات الرادار قد بنيت خصيصاً لاستخدامها في تحديد أماكن العواصف وتحديد حجمها واتجاه حركتها وسرعتها، فبعض السحب تحتوي على رطوبة عالية أكثر من غيرها، وبذلك فهي تعكس نبضات الرادار مرة أخرى إلى محطة الإرسال وبالتالي يمكن اكتشافها. كذلك تستخدم شرطة المرور الرادار كطريقة دقيقة لمراقبة السيارات التي تتجاوز السرعة القانونية في الشوارع والطرق السريعة. وقد بدأت بعض الشركات المنتجة للسيارات أخيراً في إنتاج سيارات بوحدة رادار خاصة سعيًا وراء تقليل حوادث الاصطدام.

وفيما يلي نبذة عن تكييف فكرة الرادار في استخدامات أخرى: فمثلاً يوجه نظام التحكم والمراقبة الأرضية الطائرات من أجل الهبوط بسلامة على أرض المطار أو حاملات الطائرات حتى ولو كانت الرؤية محدودة. كذلك ترسل إشارات شفرية لإعطاء زوايا ومسافات أكيدة كما هو الحال في الملاحة لمسافات طويلة، وهناك النظام العسكري الذي يميز بين البواخر والطائرات الصديقة عن غيرها، والنظام الذي يرسل موجات صوتية عبر الماء للكشف عن المركبات تحت سطح الماء وقياس الأعماق.

كما أن للإنسان بصمة أصبح يستدل بها عليه، فلكل هدف أيضاً بصمة تستخدم للاستدلال عليه بواسطة الرادار. وتسمى هذه البصمة باسم مساحة مقطع الرادار. فالجسم الذي له بصمة كبيرة يسهل اكتشافه والتعرف عليه وهذا مطلوب بالطبع في حالة الطيران

يستخدم نظام ازاحة التردد في قياس السرعة ويسمى بنظام دوبلر، وهو يعتمد على تأثير دوبلر الناتج عن تحرك جسم ما أما بالابتعاد عن المشاهد وأما بالاقتراب منه، أي أن أي صوت يصدر عن هذا الجسم يتغير في تردده، فهو يكبر في التردد كلما اقترب منه المشاهد، وينخفض كلما ابتعد عنه، وكلما زادت سرعة هذا الجسم كلما تغير التردد بسرعة أكبر. إذن بقياس كمية التغير في التردد تتحدد السرعة.

### بعض استخدامات الرادار

خلال الحرب العالمية الثانية استخدم الرادار عسكرياً فقط للكشف عن طائرات وسفن العدو لتحديد أماكنها بدقة. وربط الرادار بأجهزة إطلاق النار كالدفاع والصواريخ، كان الرادار يتحكم في عملية التصويب والإطلاق بدقة لم يسبق لها مثيل. كذلك كانت أنظمة الرادار تستخدم في إعطاء صورة عن المناطق المحيطة بالسفن من أجل سلامة الملاحة، وأصبح من السهل تصوير السفن الأخرى والسواحل والعواطف والجزر، التي كان يصعب رؤيتها بالنظر العادي.

وفي السنوات الأخيرة، انتجت أنواع كثيرة ومختلفة من أجهزة الرادار، فحيث أن الرادار يستطيع أن يرى في الليل أو في وسط السحب الكثيفة بنفس الوضوح الذي يرى به في الأجواء الصحو في وضوح النهار فقد زودت به الطائرات الخاصة والمراكب الصغيرة بأنواعها حفاظاً عليها





# اتصالات الحاسبات

أ. محمد علي الطاسان  
مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية

ان التزاوج الحاصل بين التطور في الحاسبات الآلية والتطور في الاتصالات يعد من المعالم الرئيسة لهذا القرن ، والذي سيكون له الأثر الكبير على نمط الحياة في المستقبل . وتتميز الاتصالات والحاسبات بالسرعة الهائلة في تطورهما من ناحية ، ودخولهما في العديد من المجالات التي لم تكن متاحة من قبل من ناحية أخرى . كما لم يعد الخط الفاصل بين مجال الحاسبات ومجال الاتصالات واضحاً كما كان في السابق ، لذلك نرى أن العديد من الشركات العاملة في مجال الحاسبات أصبحت تتولى تصنيع أجهزة الاتصالات ، وكذلك الشركات العاملة في مجال الاتصالات أصبحت تتولى تصنيع أجهزة الحاسبات الآلية .

منطقة بعيدة عنه لادخال واسترجاع المعلومات ، أو ان يكون لديه حاسب آلي شخصي في منزله ويتصل بحاسب آلي كبير أو حاسب آلي شخصي في منزل زميل له أيضاً ، أو أن يكون المرسل حاسباً آلياً كبيراً يرسل المعلومات إلى حاسب آلي آخر ، وهكذا .

## ٢ - أجهزة الاستقبال :

يمكن أن يكون لأجهزة الاستقبال نفس الأجهزة المذكورة في أجهزة الإرسال أعلاه . وتشمل النهايات الطرفية في هذه الأجهزة أجهزة طباعة لطبع المعلومات المستقبلية من الحاسب المرسل على الورق ، وكذلك أجهزة الرسم وغيرها .

## ٣ - طريقة نقل المعلومات :

تستخدم وسائل نقل الاتصالات الهاتفية لنقل المعلومات الكابلات النحاسية أو الألياف البصرية أو أجهزة ميكروويف أو أجهزة اتصالات عبر الأقمار الصناعية وغيرها . كما ان هناك شبكات خاصة مصممة لاتصالات الحاسبات فقط .

ونظراً لأن المعلومات المخزونة في الحاسب هي عبارة عن اشارات رقمية بينها الاتصالات

قطارات ، حسب أهمية وسرعة المعلومات المخزونة . وأخيراً تطورت الاتصالات بين الحاسبات بأن تم استخدام وسائل الاتصالات كطريقة لنقل المعلومات المخزونة من حاسب إلى آخر ، سواء أكانت وسائل الاتصالات هذه هي شبكات هاتفية مصممة أساساً لنقل المحادثات الصوتية ، أم كانت شبكات بيانات خاصة باتصالات الحاسبات . كما أن نظام الحاسب الآلي ينقسم إلى قسمين رئيسين هما : الأجهزة والبرامج . فان نظام الاتصال بين الحاسبات يمكن تقسيمه إلى هذين القسمين أيضاً .

## الأجهزة

من حيث الأجهزة فان نظام الاتصال بين الحاسبات يتكون من أجهزة الإرسال ، وأجهزة الاستقبال ، ووسائل النقل .

## ١ - أجهزة الإرسال :

يمكن أن يكون الجهاز المرسل للمعلومات نهاية طرفية أو حاسباً آلياً شخصياً أو جهاز حاسب آلي متوسط أو كبير ، أي أن يكون لدى المرسل نهاية طرفية ويتصل بحاسب آلي في

في نهاية النصف الأخير من هذا القرن ظهرت الحاسبات الآلية كطريقة ميسرة لمعالجة المعلومات ، وفي الستينات والسبعينات الميلادية حدث تطور كبير في البرامج وفي الدوائر الإلكترونية للحاسبات ، وأصبح بالإمكان التخابر مباشرة مع الحاسب ومعرفة المعلومات المطلوبة آنياً . كما تنوعت أحجام الحاسبات ، وظهرت الحاسبات المتوسطة التي يمكن ربطها بالحاسبات الكبيرة ، وكذلك زاد انتشار الحاسبات في العديد من البنوك والشركات والمصانع والأجهزة الحكومية والجامعات .

ومنذ نهاية السبعينات وحتى وقتنا الحاضر ظهرت الحاسبات الشخصية التي أصبحت في متناول العديد من الأفراد ، فدخلت المنازل والمدارس بالإضافة إلى الجهات المذكورة سابقاً . ومع هذا التطور دخل الحاسب الآلي في العديد من المجالات ، وأصبحت هناك عشرات الآلاف من الحاسبات التي تحتوي على كم هائل من المعلومات . وكان نقل هذه المعلومات من حاسب إلى آخر سواء في نفس الدولة أم من دولة إلى أخرى يتم بواسطة الأشربة المغنطة أو البطاقات المثقبة التي يتم نقلها بالوسائل التقليدية من طائرات أو سيارات أو بواخر أو



١٤٠٥ هـ ، وتمتد هذه الشبكة الأولى من نوعها في العالم العربي ، وهي تقوم بربط الحاسبات الآلية في الجامعات ومراكز البحوث في المملكة والكويت ، ويبلغ عدد الجهات المشاركة فيها إحدى عشرة جهة ، ويقوم الحاسب الآلي المركزي في مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية بدور المركز الرئيس للشبكة . والهدف الأول من هذه الشبكة هو ربط الباحثين في هذه الجهات مع بعضهم البعض وتمكينهم من تبادل الرسائل الإلكترونية أو تبادل البرامج أو البيانات . فيمكن على سبيل المثال أن يقوم باحث في جامعة ما لا يتوفر لدى الحاسب الآلي في جامعته برنامج معين بارسال البيانات عبر الشبكة إلى باحث آخر في جامعة أخرى يتوفر لديه مثل هذا البرنامج لاجراء العمليات المطلوبة عليه ومن ثم ارسال النتائج إلى الباحث صاحب البيانات . كما يمكن من خلال الشبكة قيام مجموعة من المختصين في فرع معين من التخاطب مع بعضهم البعض لمناقشة وظيفة علمية تهمهم من خلال الشبكة ضمن ما يسمى « بالمؤتمر عن بعد » دون الحاجة إلى اجتماعهم في مكان واحد ، وهكذا .

وتشبه شبكة الخليج للاتصالات الأكاديمية ، من ناحية البروتوكول المستخدم للاتصال ، شبكة بنتت الأمريكية والتي بدأت في عام ١٩٨١م وأصبحت الآن تضم مايقارب ٣٥٠ جامعة ومركزاً للبحوث ، وشبكة ايرن الأوروبية والتي تربط الجامعات ومراكز البحوث في أكثر من ١٧ دولة أوروبية . وسوف يتم بإذن الله الربط بين شبكة الخليج وشبكتي بنتت وايرن مما يمكن المستفيدين من شبكة الخليج للاتصالات الأكاديمية مخاطبة نظرائهم في الولايات المتحدة الأمريكية وأوروبا . ولاشك أن لهذا الاتصال دوره الهام في نقل وتبادل المعلومات العلمية والتقنية بين الباحثين من داخل المملكة والباحثين من الخارج .

وقد أضافت شبكة الخليج خدمة اضافية الا وهي تمكين جميع المستفيدين من خدمات الشبكة من الاتصال المباشر ببنوك المعلومات الوطنية التي طورتها مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية والمخزونة في الحاسب الآلي لديها . كما يمكنهم ارسال طلباتهم باجراء الاتصال ببنوك المعلومات الخارجية واستلام النتائج من خلال الشبكة .

الداخلية والتي تربط الجهات المختلفة التابعة للوزارة بالحاسب الآلي في المركز الوطني للمعلومات . كما توجد شبكة خاصة بالبحرارة تربط الحاسبات في منافذ المملكة مع الحاسب الآلي بالرياض . ومن أمثلة هذه الشبكات كذلك شبكة الخليج للاتصالات الأكاديمية والتي سيتم ذكرها لاحقاً .

ونتيجة لزيادة الطلب على تبادل المعلومات بين الحاسبات الآلية ، فقد بدأ العمل على انشاء شبكات عامة لغرض نقل البيانات بحيث تستفيد من هذه الشبكة العديد من الحاسبات التي تعمل في جهات مختلفة ، ويتولى هذا النوع من الشبكات استقبال المعلومات المرسله من حاسب آلي وتجزئتها إلى أجزاء متساوية ووضع عنوان للحاسب الآلي المرسله إليه ، ثم ارسالها عبر الشبكة . فاذا كنا نرغب مثلاً في ارسال رسالة من صفحة واحدة من الحاسب (أ) إلى الحاسب (ب) ، فان الشبكة تقوم بتقطيع هذه الرسالة إلى أجزاء متساوية وارسالها عبر خطوط هذه الشبكة ، وقد لا تسلك جميع اجزاء الرسالة نفس الطريق ، وذلك حسب ظروف الحركة في الشبكة وقت ارسال كل جزء ، ولكنها في النهاية تصل للحاسب (ب) بعد فترة من الزمن كما تم ارسالها من الحاسب (أ) .

ومن أمثلة هذه الشبكات شبكة تيلنت في الولايات المتحدة الأمريكية ، وشبكة جانيت في بريطانيا ، وتكلفة الاتصال عن طريق هذه الشبكات أقل من تكلفة الاتصال الهاتفي العادي ، وقد مكنت هذه الشبكات العديد من الأشخاص الذين لديهم حاسبات شخصية على سبيل المثال من الاتصال ببنوك المعلومات التي تخزن معلومات في شتى صنوف المعرفة الانسانية من طب وهندسة وعلوم وتاريخ وسياسة ... الخ .

وقد انتهت وزارة البرق والهاتف والمهاتف بالمملكة من انجاز شبكة معلومات عامة في المملكة ، ويجري حالياً اجراء تجارب عليها قبل السماح للمستفيدين باستخدامها ، وسوف تسهل هذه الشبكة عملية الاتصال بين الحاسبات داخل المملكة وخارجها .

### شبكة الخليج للاتصالات الأكاديمية

انشأت مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية شبكة الخليج للاتصالات الأكاديمية عام

الهاتفية المتوفرة حالياً هي قنوات تمثيلية ، فلا بد من تحويل هذه الاشارات الرقمية قبل دخولها شبكة الهاتف إلى اشارات تمثيلية لتبدو مشابهة لاشارات الصوت ، وذلك عن طريق تحويلها إلى اشارات تمثيلية بوساطة جهاز مخصص لهذا الغرض يسمى المودم ويتم ربط أجهزة المودم هذه في الجهاز المرسل للمعلومات والجهاز المستقبل .

وتقاس سرعة نقل المعلومات بين الحاسبات بعدد الوحدات الرقمية الثنائية (بت) المنقولة في الثانية ، وتبلغ السعة القصوى لخطوط الهاتف مايقارب ٩٦٠٠ بت/ الثانية ، أي حوالي ١٢٠٠ كلمة في الثانية الواحدة (بحسبان كلمة الحاسب تساوي ٨ وحدات ثنائية) .

### البرامج

وهي برامج مكتوبة على الحاسب لاعطائه التعليمات الخاصة بكيفية ارسال المعلومات وطريقة توزيعها على الحاسبات المرسله ، وقد اصطلح على تسمية هذه الطرق والتعليمات بالبروتوكولات الخاصة بالاتصالات والتي تبين كيفية مخاطبة الحاسب الآلي لحاسب آلي آخر مصنع من قبل شركة أخرى على سبيل المثال .

### شبكات الحاسبات الآلية

يتم ربط الحاسبات الآلية ضمن شبكة اتصالات خاصة مصممة لتبادل المعلومات ، وهذه الشبكات أما ان تكون شبكة محلية أي أنها تربط الحاسبات الآلية الخاصة بجهاز واحد ضمن مبنى واحد وأما مبان متقاربة مثل المدن الجامعية، وفي هذه الحالة تربط الشبكة عدداً من الكليات والإدارة العامة وغيرها ضمن شبكة محلية لنقل المعلومات . والنوع الآخر من الشبكات وهي الشبكات الواسعة التي تربط عدة حاسبات في مدينة واحدة أو في دول مختلفة .

### أهداف شبكات الحاسبات

تختلف شبكات الحاسبات الآلية بحسب الغرض منها . فهناك شبكات تربط بين جهات متجانسة في طبيعة عملها مثل الشبكات التي تربط بين فروع بنك معين أو وزارة معينة . ومن هذه الشبكات في المملكة الشبكة الخاصة بوزارة



# مفاهيم في الاتصالات



د. محمد قاري سمرقندي  
كلية الهندسة  
جامعة الملك سعود

اعتمد الانسان قديماً على قرع الطبول واشعال النار كوسيلة للاتصال . ثم استخدم الانسان الحمام الزاجل لنقل الرسائل المكتوبة إلى مسافات بعيدة . وفي منتصف القرن التاسع عشر نشر العالم ماكسويل نظرية انتشار الموجات الكهرومغناطيسية ، والتي تحكم انتشار موجات الاتصالات والبث الاذاعي والتلفزيوني إلى يومنا الحاضر . وسنستعرض في هذا المقال بعض المفاهيم الخاصة بالاتصالات والموجات اللاسلكية دون التعمق في خواصها .

الاستقبال . وتعتمد جميع أجهزة الاتصالات وأجهزة الراديو والتلفزيون على هذه الطريقة عند ارسال واستقبال موجات الاتصالات والبرامج الاذاعية والتلفزيونية .

## طبقة الجو المتأينة (الايونوسفير)

وهي طبقة من الغلاف الجوي تحتوي على ايونات والكترونات حرة بكميات كافية للتأثير على سير الموجات اللاسلكية وانتشارها . وتعد الأشعة الشمسية المصدر الرئيس لتأين جزيئات الغلاف الجوي . وتتاين هذه الجزيئات بكميات كبيرة تسمح بتكوين طبقات مختلفة على ارتفاعات مختلفة ، وكل منها تحتوي على خواص معينة حيث أن كثافة الألكترونات بهذه الطبقات تختلف بارتفاع هذه الطبقات عن سطح الأرض . وتمتد هذه الطبقات من ارتفاع ٥٠ كم إلى ارتفاعات قد تصل إلى ٥٠٠ كم . ويختلف ارتفاع هذه الطبقات نتيجة لاختلاف أعلا كثافة للألكترونات خلال النهار وفصول السنة . وهناك ثلاث طبقات رئيسة بالامكان

بسرعة ٣٣٠ متر/ث خلال الغلاف الجوي الفاصل بينكما ، تتعرض للخصوف والوهن لتصل ضعيفة جداً إلى الصديق . ونظراً لصغر الطاقة الصوتية وبطء سرعتها تم التفكير بتحميل الموجة الصوتية على موجة حاملة ذات طاقة وسرعة عالية وذات تردد أعلا بكثير من تردد الموجة الصوتية . وتسمى هذه الموجة الموجة الحاملة وتقوم بحمل الموجة الصوتية وتسير بها بسرعة تقارب سرعة الضوء ( ٣٠٠ ألف كيلومتر في الثانية ) لتصل إلى آلاف الكيلومترات وفي لحظات . وتسمى مثل هذه العملية بالتعديل .

وهناك أنواع كثيرة من التعديل منها على سبيل المثال : تعديل الاتساع (AM) وتعديل التردد (FM) والتعديل النبضي الرقمي . وعند وصول الموجة الحاملة المعدلة إلى الطرف الآخر ، يتم إزالة التعديل وانزال الموجة الصوتية من على «ظهر» الموجة الحاملة . وتسمى هذه العملية ازالة التعديل . ومن هنا يتضح بأن الموجة الصوتية يتم تعديلها عند محطة الارسال كما يتم ازالة التعديل عند محطة

## النطاقات الترددية لأجهزة الراديو الاذاعية

تعمل محطات الاذاعة في المملكة العربية السعودية ضمن ثلاثة نطاقات ترددية وهي : نطاق الموجات المتوسطة ويقع بين ٥٢٥ - ١٦٠٥ كيلوهيرتز ، ونطاق الموجات القصيرة ويقع بين ٣٠٠٠ - ٢٦١٠٠ كيلوهيرتز ، ونطاق موجات التعديل الترددي ويقع بين ٨٧,٥ - ١٠٨ ميجاهيرتز . أما البرامج التلفزيونية فيتم بثها على الترددات العالية جداً في المدى بين ٤٠ - ٨٠ ميجاهيرتز ، والترددات فوق العالية الواقعة بين ٤٧٠ - ٧٩٠ ميجاهيرتز .

## التعديل

إذا أردت الحديث مع صديق لك على بعد أمتار منك ، فإن هذا الصديق يستطيع سماع صوتك بوضوح . ولكنه عندما يبعد عنك مئات الأمتار فإن الموجة الصوتية الصادرة ، التي تسير



إليه ، أن البرامج التلفزيونية في المملكة كالأخبار وغيرها تشاهد في نفس الوقت بجميع مدن المملكة نظراً لأن هذه البرامج يتم إرسالها عبر شبكة الميكروويف والكوابل المحورية المنتشرة بمعظم مدن المملكة ومن ثم يتم بثها للمشاهدين عبر أبراج التلفزيون العاملة بكل مدينة على ترددات التلفزيون .

### طبقة الجو السفلى ( التروبوسفير )

وهي طبقة الغلاف الجوي المحيطة بالأرض والتي تبدأ من سطح الأرض حتى ارتفاع ١٠ كم إلى ١٢ كم . وتتعرض الموجات اللاسلكية خلال انتقالها عبر طبقة التروبوسفير إلى انكسارات متتالية بسبب تغير معامل الانكسار في الغلاف الجوي خصوصاً في المناطق ذات الحرارة المرتفعة والرطوبة العالية مثل البحار والخلجان في المناطق المدارية الحارة . فمثلاً نجد تكون مثل هذه الطبقة بالمنطقة الشرقية عند الخليج العربي وتعد هذه الطبقة مسؤولة عن انكسار الموجات ذات الترددات العالية جداً أو فوق العالية . فيمكن استقبال البرامج التلفزيونية من دول الخليج البعيدة من قبل أجهزة التلفزيون بمدن المنطقة الشرقية نظراً لانكسار الموجات المرتدة على طبقة التروبوسفير بزوايا حرجة . ويزيد انكسار الموجات بازدياد كثافة بخار الماء بهذه الطبقة . وهذا يفسر لنا بالتالي امكانية التقاط هذه البرامج بالمنطقة الشرقية بوضوح كلما ازدادت درجة الحرارة أثناء النهار وعدم وضوح البرامج المنكسرة على هذه الطبقة في الشتاء وأثناء الليل نظراً لعدم كثافة بخار الماء وتبعثر الموجات المنكسرة . وينطبق الشيء نفسه في ظاهرة التقاط برامج التلفزيون المصري بمدينة جدة. كما أن ذلك يفسر لنا التقاط بعض دول الخليج برامج تلفزيونية لدول أجنبية ، وذلك نتيجة للثبات الصادر من السفن الموجودة بالخليج العربي حيث تقوم إحدى السفن باستقبال البرامج التلفزيونية من الأقمار الصناعية عبر محطة أرضية ، ومن ثم يتم تغذية هذه البرامج إلى محطة تلفزيونية على نفس السفينة لبثها إلى باقي قطع الأسطول ، ولذا فإن البرامج ستصل إلى بعض دول الخليج مباشرة إذا كانت المسافة قصيرة وعن طريق انكسارها في طبقة التروبوسفير عندما تكون المسافة أكبر .

من خارج المملكة على الموجة المتوسطة خلال النهار نظراً لامتناس هذه الموجات من قبل الطبقة ( دي ) . ولهذا نجد أن معظم المحطات الاذاعية تقوم ببث برامجها الاذاعية على ترددات مختلفة من الترددات المتوسطة والترددات العالية في نفس الوقت . ونتيجة لذلك فيمكن خلال النهار التقاط نفس البرنامج الاذاعي على الترددات العالية ذات الموجات القصيرة وذلك لعدم قدرة طبقة ( دي ) على التأثير عليها . بينما نجد أنه خلال الليل ونظراً لاختفاء الطبقة ( دي ) ، فإنه يصبح بالإمكان التقاط البرامج الاذاعية على الموجات المتوسطة . وينطبق الشيء نفسه على موجات أجهزة الاتصالات اللاسلكية للتخاطب عبر المسافات البعيدة .

### انتشار الموجات التلفزيونية وموجات التعديل الترددي الاذاعية

كلما زاد تردد الموجات المنتشرة زاد اختراقها لطبقات الايونوسفير ، وادى ذلك بالتالي إلى انعكاس الموجات من طبقات أعلا . فكما عرفنا سابقاً فإن الموجات المتوسطة ذات الترددات ٥٢٥ - ١٦٠٠ كيلوهيرتز تنعكس خلال الليل من طبقات الايونوسفير وكلما ازداد تردد الموجات كلما زاد اختراقها . فمثلاً زيادة الترددات فوق ١٦٠٠ كيلوهيرتز يجعل هذه الموجات تخترق الايونوسفير إلى طبقات ( إف ١ ) و ( إف ٢ ) ، وتنعكس منها مرة أخرى إلى الأرض . وعندما تزيد الترددات إلى ٣٠ ميغاهيرتز فإن الموجات تخترق طبقات الايونوسفير كاملة ولا تنعكس مطلقاً . ولذا فإن الطريقة الوحيدة لاستلام هذه الموجات هو عبر الموجات المباشرة والتي لها مسار مستقيم يسمى بمسار خط البصر أو خط الرؤية . ويتراوح طول هذه المسارات بين ٥ - ٥٠ كم ، ويعتمد ذلك على طاقة الارسال وارتفاع هوائيات الارسال والاستقبال .

وحيث يتم بث البرامج التلفزيونية على ترددات تتراوح بين ٤٠ - ٨٠٠ ميغاهيرتز ، فإن هذا يفسر لنا عدم التقاط برامج التعديل الترددي الاذاعية والبرامج التلفزيونية من الدول الأخرى ، نظراً لبعد مسافة أجهزة الارسال بتلك الدول عن أجهزة الاستقبال بالمملكة . وينطبق الشيء نفسه على أجهزة الاتصالات الأخرى التي تعمل على ترددات أعلا من ٣٠ ميغاهيرتز . وما تجدر الاشارة

تتميزها بسهولة كالتالي :

#### — الطبقة دي ( D ) :

وهي طبقة على ارتفاع منخفض وتمتد من حوالي ٦٠ كم إلى حوالي ٩٠ كم عن سطح الأرض . وتعد هذه الطبقة مسؤولة عن امتصاص الموجات اللاسلكية المنتشرة على الموجات المتوسطة خلال النهار بينما تختفي الطبقة خلال الليل . وهذا أحد الأسباب الرئيسة لوضوح استقبال المحطات الاذاعية البعيدة على الموجة المتوسطة خلال الليل .

#### — الطبقة إي ( E ) :

وتقع على ارتفاع يتراوح بين ٩٠ كم إلى ١٥٠ كم عن سطح الأرض . وتؤثر هذه الطبقة على انتشار الموجات المتوسطة التي تنعكس عنها مرتدة إلى الأرض مرة أخرى حيث تستقبلها أجهزة الراديو . فنحن نستطيع التقاط البرامج التي تبثها محطات الاذاعة على الموجة المتوسطة نتيجة لانعكاس الموجات المنتشرة من على هذه الطبقة .

#### — الطبقة إف ( F ) :

وتتعد هذه الطبقة خلال فترة الليل من ارتفاع ١٦٠ كم إلى ارتفاع ٥٠٠ كم عن سطح الأرض بينما نجد أن هذه الطبقة تنقسم خلال النهار إلى طبقتين : طبقة إف ١ ( F1 ) وطبقة إف ٢ ( F2 ) . وتعد هذه الطبقة مسؤولة عن انعكاس الموجات القصيرة خلال النهار الحاملة للبرامج الاذاعية والمرسلة من قبل محطات الاذاعة بالمملكة العربية السعودية والدول الأخرى . كما تعد هذه الطبقات الأساس لتوفير الاتصالات اللاسلكية بعيدة المدى عبر الأجهزة اللاسلكية المركبة في السيارات المتحركة والتي تعمل على بطاريات السيارة .

### انتشار الموجات الاذاعية

تنتشر الموجات الحاملة للبرامج الاذاعية عبر عدة مسارات . فمثلاً ، الشخص الموجود بمدينة الرياض بإمكانه استقبال الموجات المنتشرة من محطة الرياض مباشرة عبر الموجات الأرضية ، كما أن بإمكان الشخص الموجود في إحدى المدن البعيدة داخل أو خارج المملكة استقبال البرامج المنتشرة عبر الموجات السايوية المنعكسة عن طبقات الايونوسفير . ويجب ملاحظة أنه لا يمكن استقبال محطات الاذاعات

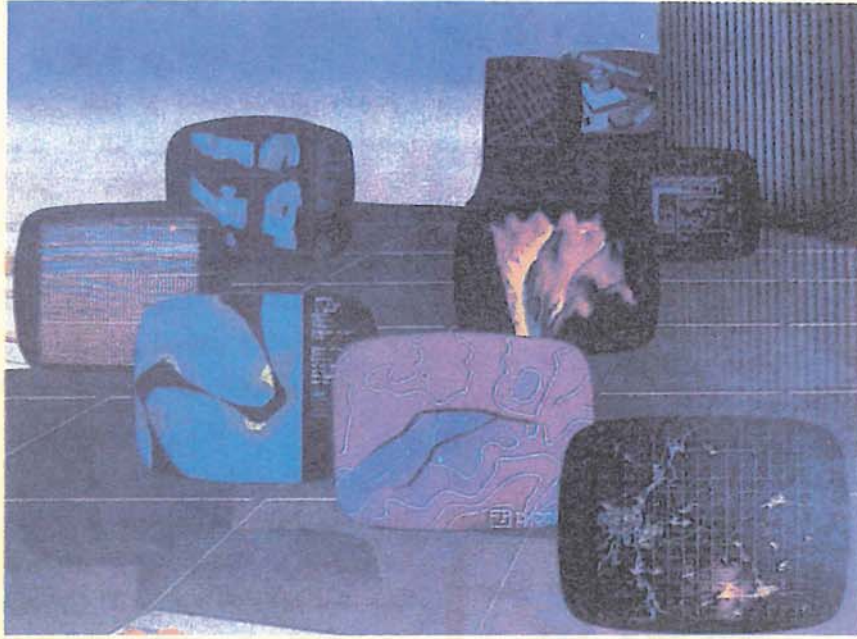


# أمن المعلومات وعلم الشفرة

د. محمد إبراهيم السويل  
جامعة الملك فهد للبترول والمعادن

حري أن يسمى هذا العصر بعصر المعلومات، حيث أن المعلومات أصبحت من السلع المهمة أن لم تكن أهمها في هذا العصر. ولهذا فلا بد من إيجاد وسائل لنقل هذه السلعة وتخزينها ومعالجتها وحمايتها. وأمر حماية هذه السلعة هو ما يهتمنا في هذا المقال. والمقصود بحماية المعلومات هو الحفاظ على سريتها أثناء انتقالها عبر وسائل الاتصالات المختلفة، وأثناء تخزينها في ذاكرة الحاسب، وكذلك حماية المعلومات من التغير أو التحويل غير المرخص به.

أن من طرق حماية المعلومات التقليدية وسائل حماية منشآت الحاسب، ووسائل تأمين طرق الاتصالات، واستخدام كلمات السر وما في حكمها لمنع غير المرخص لهم من الدخول إلى حاسب آلي أو من الدخول إلى شبكات المعلومات. ولكن هذه الوسائل ليست لها الفعالية المرغوبة، حيث تنقل وسائل الاعلام من وقت إلى آخر أخباراً عن محاولات ناجحة لاختراق الحاسبات الآلية أو شبكة المعلومات المحصنة من قبل أشخاص غير مصرح لهم.



لقد أدت عملية حماية المعلومات عن طريق تشفيرها إلى بروز علم مستقل سمي بعلم الشفرة تفرع منه فرعان أساسيان هما:

**الفرع الأول - علم تصميم الشفرة:**  
وهو ما يختص بدراسة وتصميم طرق أمينة لتغيير المعلومات من صيغتها الأصلية ولتسميتها النص الأصلي، إلى صيغة غير مقروءة، ولتسميتها النص المشفر، بحيث لا يمكن إعادة النص المشفر إلى صيغته الأصلية بسهولة إلا عن طريق معلومة سرية تسمى المفتاح.

**الفرع الثاني - علم كسر الشفرة:**  
وهو ما يختص بدراسة وتصميم طرق لاستعادة النص الأصلي من النص المشفر بدون معرفة المفتاح.

وحيث أن اهتمامنا في هذا المقال هو حول تصميم طرق أمينة لحماية المعلومات فسوف نعد أنفسنا من العاملين في الفرع الأول من علم الشفرة ونشير إلى العاملين في الفرع الثاني بكلمة العدو. وسيكون تركيز المقال على علم الشفرة واستعراض الجانب النظري والعملية له، ثم عرض موجز لأهم طرق التشفير الحديثة.

## حول تاريخ علم الشفرة

أن علم الشفرة علم قديم جداً، حيث سجل التاريخ أن قيصر الرومان استخدم شفرة سيرة في مراسلاته العسكرية، وتعرف الطريقة

ويمكن تقسيم وسائل أمن المعلومات إلى فئات عامة أهمها:

١- وسائل التحكم في الاطلاع على المعلومات، وهي الضوابط التي توضع للتحكم في قراءة وتغيير وإلغاء المعلومات والبرامج المخزونة على الحاسب الآلي.

٢- وسائل التحكم في انتقال المعلومات والبرامج بين مستخدمي الحاسب.

٣- وسائل حماية قواعد المعلومات من أن يستخرج منها معلومات سرية بوساطة أسئلة ذات طبيعة احصائية وبدون الاطلاع على تلك المعلومات.

٤- وسائل شفرية يتم بوساطتها تغيير صيغة المعلومات المرغوب حفظ سريتها إلى صيغة غير مقروءة لا يفهمها إلا المصرح له بذلك، وتدعى هذه الطرق بطرق تشفير المعلومات، وأن الوسائل الشفرية هي أكثر وسائل حماية المعلومات فعالية. وتتبع فعاليتها من كون تشفير المعلومات لا يفيد من يحصل عليها إذا لم يكن لديه الطريقة لكسر الشفرة، وهذا أمر لا يتيسر إلا لدى القليل من الدول، حيث أنه يتطلب موارد فنية كبيرة، ولهذا فسوف يكون التركيز في هذا المقال على حماية المعلومات عن طريق تشفيرها، ويمكن للقارئ الذي يرغب في المزيد من المعلومات عن الوسائل الأخرى الرجوع إلى عدد من المراجع خصوصاً المرجعين ١ و ٢.



السابع : ان يعرف أكثر الحروف دوراً في اللغة ، ثم الذي يليه من الحروف في الكثرة إلى أقله دوراً .

واعلم ان كلام العرب أكثر ما يقع فيه على ما دل عليه استقراء القرآن الكريم الألف ثم اللام ثم الميم ثم الياء المثناة تحت والواو ثم النون ثم الهاء ثم الراء المهملة ثم الفاء ثم القاف ثم الدال المهملة ثم الحاء المعجمة ثم الشين المعجمة ثم الضاد المعجمة ثم الزاي المعجمة ثم التاء المثناة ثم الطاء المهملة ثم الفين المعجمة ثم الظاء المعجمة ، وقد جمع بعضهم أحرف الكثرة في قوله ( اليمونه ) وبعضهم يجمعها في قوله ( اليوم هن ) وجمع الحروف المتوسطة في قوله ( رعت بكس فنج ) وجمع أحرف الثقل في ( طلع صخذ قش ) .

#### الأصل الثاني :

كيفية التوصل بالحدس إلى حل المترجم . . . . ( وهنا يعطي الفلقلشندي مثالاً ، ينسبه إلى ابن الدريه ، على نص مشفر يبدأ بتحليل مرات تكرار الحروف فيه ثم يحدد ان أكثر الحروف دوراً هو الألف وهكذا ، وإذا كان الحدس خاطئاً فيعيده بحروف أخرى وهكذا . والواقع ان هذه هي أول مرة تدون فيها طريقة كسر الشفرة بوساطة تحليل تكرار الحروف ولا زالت هذه الطريقة تستعمل حتى نهاية الحرب العالمية الثانية ) . . .

#### النوع الثاني :

( الرموز والاشارات التي لا تعلق لها بالخط والكتابة ) وهي التي يعبر عنها أهل المعاني والبيان بالاستعارة والكناية « بالتون بعد الكاف » وقد يعبر عنها بالوحي بعد الاشارة - وهنا انتهى ملخص ما أورده الفلقلشندي حول هذا الموضوع .

ويمكن تقسيم تاريخ علم الشفرة إلى فترتين رئيسيتين هما :

#### الفترة الأولى :

وهي فترة ما قبل ١٩٧٦م ، والتي تميزت بتركيزها على نظم ما يسمى بشفرة المفتاح الواحد ، أي الشفرة التي تستخدم نفس المفتاح للتشفير وحل الشفرة ، وغالباً ما تكون تلك النظم مبنية على مبدأ الاستبدال ، وهو التعويض عن حرف بأخر كالمثال الذي أعطي أعلاه لتشفير جملة « حتى أنت يا بروتوس » أو مبدأ الأبدال وهو ابدال مواقع حروف النص

الضرب الثاني ( ما يتعلق بالخط المكتوب ) : بان تكون الكتابة بقلم اصطلاح عليه المرسل والمرسل إليه لا يعرفه غيرها من لعله يقف عليه ويسمى التعمية . . . . وذلك مبني على قاعدتين :

#### القاعدة الأولى :

كيفية التعمية : أعلم ان التعمية بالنسبة إلى كل واحد من الناس باعتبار ما يجمله من الخطوط ، فيعنى على العربي في اللغة العربية بالخطوط غير العربية . . . أو بقلم مصطلح عليه على وفق حروف العربية . . . .

ثم للناس في التعمية مذهبان ، المذهب الأول ان يكتب بالأقلام القديمة التي ليست بتداول بين الناس مما لا يعرفه إلا الأحاد ، اذا وافق ذلك القلم اللغة التي تريد الكتابة بها ، والمذهب الثاني ان يصطلح الانسان مع نفسه على قلم يتكره وحروف يصورها . . .

#### القاعدة الثانية :

حل المعنى وهو مقصود الباب ونتيجته . ويحتاج المتصدي لذلك مع جودة الحدس وذكاء الفطرة ان يعرف اللغة التي يروم حل مترجمها مما وقع به التعمية فيها ومقدار عدد حروفها . . . والناظر في حل مترجمها ( أي اللغة ) يحتاج إلى أصليين :

#### الأصل الأول :

معرفة الاس الذي يترتب عليه الحل ، والذي تمس إليه الحاجة من ذلك سبعة أمور : أحدها : ان يعرف مقادير الحروف التي تتركب منها الكلمة .

الثاني : ان يعرف الحروف التي لا يقارب بعضها بعضاً بمعنى انها لا تجتمع في كلمة واحدة .

الثالث : ان يعرف الحروف التي لا تقارن بعض الحروف في الكلمات إلا قليلاً .

الرابع : ان يعرف ما يجوز تقديمه على غيره من الحروف وما يمتنع .

الخامس : ان يعرف ما لا يقع في أول الكلمات من الحروف .

السادس : ان يعرف انه لا يتكرر حرف في أول كلمة إلا من هذه العشرة أحرف وهي : الكاف واللام والميم والنون والتاء المثناة فوق والألف والباء الموحدة والواو والقاف والياء المثناة تحت ويجمعها قولك « كل من تاب وقى » .

التي استخدمها بشفرة قصير ، وهي التعويض عن حرف من حروف النص الأصلي بالحرف الثالث الذي يليه أبجدياً ، فمثلاً لو كان النص الأصلي « حتى أنت يا بروتوس » فان النص المشفر يصبح « دحت ثيح ت ث جثحص » ، ويلاحظ هنا ان حرف الألف يتبع آخر حرف من الأبجدية وهو حرف « ي » ، وان « اللام الف » أسقطت من الأبجدية . وكما كان للعرب والمسلمين إسهام جيد في العلوم والرياضيات ، فان لهم إسهاماً جيداً في علم الشفرة ، وهذه حقيقة يعلمها الكثير من المشتغلين غير العرب في علم الشفرة ، ولا يعلمها إلا القليل من العرب . وقد أشار عالم الشفرة الغربي ديفيد كان ، في موسوعته الشهيرة عن علم الشفرة وتاريخها ، بان أول أسس علمية ورياضية لهذا العلم قد وضعت من قبل المسلمين العرب ، واستشهد بما كتبه الفلقلشندي في الجزء التاسع من كتابه : « صبح الأعشى » حول ذلك ، ( انظر المرجع رقم ٣ ) . ان كتابة الفلقلشندي ، حول هذا الموضوع ، لاتزال لها قيمتها العلمية ، حتى وقتنا الحاضر ، لما فيها من مفاهيم أساس في كلا فرعي علم الشفرة ، ولما فيها من تعبيرات لاتزال تستعمل حتى اليوم . ولهذا رأيت أن أخلص للقارئ ما كتبه الفلقلشندي وبعبارة له للاطلاع والفائدة :

ذكر الفلقلشندي في الباب الثاني من المقالة الرابعة والذي ورد في الفصل الثامن من الجزء التاسع من صبح الأعشى مايلي :

#### ( في اخفاء ما في الكتب من السر )

وهو ما تمس إليه الحاجة إليه عند اعتراض معترض من عدو ونحوه يحول بين المكتوب منه والمكتوب إليه : من ملكين أو غيرهما حيث لم تفد الملطفات لضرر الرصد وزيادة الفحص عن الكتب الواردة من الجانيين ، وهو على نوعين :

النوع الأول - ( ما يتعلق بالكتابة ) ، وهو على ضربين ) :

الضرب الأول ( ما يتعلق بالمكتوب به ) : وذلك بان يكتب بشيء لا يظهر في الحال ، فاذا وصل إلى المكتوب إليه فعل فيه فعلاً يكون مقررأ بين المتكاتبين من القاء شيء على الكتابة ، أو مسحه بشيء ، أو عرضه على النار ونحو ذلك ، وقد ذكروا لذلك طرقاً عدة ( عدد الفلقلشندي ستاً منها ) .



وقد عرفت السرية المطلقة في هذا النموذج بأنها عدم القدرة على معرفة النص الأصلي من المشفر ، مهما استخدمت من امكانيات وطاقات حسابية . وقد صيغ شرط رياضي للسرية المطلقة في المعادلة التالية :

احتمال ( معرفة النص الأصلي بعد الحصول على النص المشفر ) = احتمال ( معرفة النص الأصلي بدون معرفة النص المشفر )

أي ان العدو لا يستطيع ان يعمل أكثر من ان يخمن النص الأصلي ، وعلى الرغم من ان هذا الشرط يبدو قاسياً ، إلا انه ممكن التحقق ، ويستدل على ذلك بما يسمى « نظام كراسه المرة الواحدة » وهو نظام يتم فيه تشفير النص الأصلي عن طريق جمع حروفه جمعاً دورياً أي بدون نقل ، مع أحرف المفتاح الذي لا يقل طوله عن طول النص الأصلي ، ويحل النص المشفر أيضاً بواسطة جمع دوري مع أحرف المفتاح ، ويشترط في هذا النظام ان لا يستخدم المفتاح لأكثر من رسالة واحدة ، ويبين المثال الأول في الفصل التالي طريقة عمل هذا النظام .

ويمكن للقارئ ان يدرك الصعوبة البالغة في تطبيق هذا النظام ، وهي مشكلة توليد مفاتيح كثيرة وطويلة جداً ، وتوزيعها بين المتخاطبين . وتعرف هذه المشكلة بمشكلة « إدارة المفاتيح » . وهذه هي العقبة الكبيرة التي تحول دون تصميم نظم شفرة قوية عملية . ولاتزال هذه المشكلة بدون حل مرض حتى الآن . إلا أنه يعتقد ان هذا هو النظام الشفري المستعمل على « الخط الساخن ما بين واشنطن إلى موسكو » ، وانه هو النظام الوحيد الذي يسمح للجواسيس الروس باستخدامه . ( انظر المرجع رقم ٤ ) .

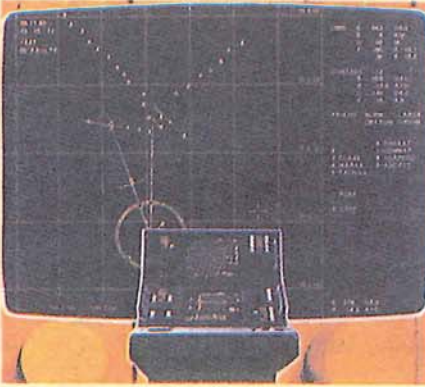
ونظراً للخصائص الجيدة لنظام كراسه المرة الواحدة ، فان معظم طرق التشفير المتسلسل ، والتي سيرد ذكرها في الفصل التالي ، تحاول تقريبه عن طريق توليد مفاتيح لها نفس طول النص الأصلي ، ولها خصائص عشوائية جيدة مبنية على مفاتيح قصيرة متعارف عليها بين المتخاطبين .

وحيث ان السرية المطلقة غير ممكنة عملياً ، فقد أعطى شانون تعريفاً عملياً للسرية المرغوبة في التطبيقات العملية أو السرية العملية ، وهي عندما لا تكون قدرات العدو كافية لحل الشفرة بدون معرفة المفتاح . وبناءً على هذا التعريف ، فان قوة النظم المستعملة حالياً

ومن الجدير ذكره ان علم الشفرة كان محاطاً بالسرية التامة ، وكان العمل فيه حكراً على عدد قليل من المؤسسات الأمنية في الدول المتقدمة ، ولكن مع بداية الفترة الثانية تغير الأمر إلى حد كبير ، ويعزى هذا إلى كثرة الباحثين في مجال الشفرة من الجامعات التي تعرف برغبتها في نشر المعرفة وعدم احتكارها .

## علم الشفرة النظري

تعد الرياضيات هي الأساس النظري لعلم الشفرة ، ولقد وضع كلود شانون — وهو عالم رياضيات له اسهامات كبيرة في نظرية المعلومات والاتصالات — نموذجاً رياضياً لعلم الشفرة نوجز مكوناته الرئيسة كما يلي :



النص الأصلي : س ، ولنفرض ان طوله أ من الحروف ، والمفتاح ولنسميه م ، والنص المشفر ، ص ، ولنفرض ان طوله ب من الحروف .

واذا كانت حروف النص هي الاعداد الثنائية ، واحد (١) وصفر (٠) ، فان عدد الرسائل الأصلية في هذا النموذج يبلغ ٢<sup>أ</sup> وعدد النصوص المشفرة ٢<sup>ب</sup> . ومن الواضح انه لا بد ان تكون ٢<sup>ب</sup> مساوية لـ ٢<sup>أ</sup> أو تزيد عنها ، والا ستكون هناك بعض النصوص المشفرة التي لا يمكن أرجاعها إلى نص أصلي واحد ، وانما لأكثر من ذلك ، وهذا أمر غير مرغوب فيه .

وفي هذا النموذج يتم ارسال النص المشفر ص عبر قناة غير آمنة ، بمعنى ان هناك من يسترق السمع مما نسميه بالعدو ، ويمكن لهذا العدو الحصول على أي نص مشفر يختاره ليحاول كسره . أما المفتاح م فيفترض انه ينقل بين المتخاطبين عبر قناة آمنة مثل الحقيبة الدبلوماسية أو بواسطة مراسل موثوق .

الأصلي ، مثلاً استبدال الحرف الأول بالثالث والثاني بالأول والثالث بالرابع والرابع بالثاني من كل كلمة مكونة من أربعة حروف لتصبح كلمة « كتاب » « اكتب » . كما يمكن جمع اثنتين أو أكثر من هذه الطرق لتصميم نظم للشفرة . وما ذكره القلقشندي أعلاه يصور إلى حد بعيد وبشكل جيد معظم وسائل التشفير المستخدمة في تلك الفترة ، ولهذا لن نتطرق لها هنا ، ويمكن للقارئ المهتم بذلك الرجوع إلى أحد المراجع المبينة في نهاية المقال ، مثل المراجع ٤ و ٥ .

ان معظم نظم الشفرة ذات المفتاح الواحد ، وخصوصاً تلك المبينة على الابدال أو الاستبدال ، تعد ضعيفة حيث يمكن حل شفرتها بدون معرفة المفتاح ، وذلك عن طريق تحليل تكرار الحروف ومعرفة بعض خصائص اللغة ، وهذا هو ما أشار إليه القلقشندي في الأصلين الأول والثاني من القاعدة الثانية من الضرب الثاني من النوع الأول من طرق « اخفاء ما في الكتب من السر » . وقد أشار ديفيد كان إلى أن ما كتبه القلقشندي هنا هو أول سجل علمي رياضي سليم في هذا الموضوع .

## الفترة الثانية :

وهي فترة مابعد ١٩٧٦م ، والتي تميزت بظهور مبدأ نظام المفاتيح والنظم المبينة عليه ، وهي نظم تستخدم مفتاحاً للتشفير وآخر لحل الشفرة . وعادة ما يكون نظام الشفرة مشاعاً بين عدد من المتخاطبين ، بينما يحاط مفتاح حل الشفرة بسرية تامة . وهذا المبدأ هو من ابتكار الأساتذة هلمان وديفي وهما عالمان من علماء الرياضيات وعلم الحاسب الآلي . وقد نشطت بحوث تصميم الشفرة وكسرها نشاطاً كبيراً في هذه الفترة ، وارتبطت بشكل كبير مع نظرية الاعداد من الرياضيات البحتة ومع نظرية التقيد الحسابي من علم الحاسب الآلي ، وظهرت في هذه الفترة العديد من الكتب والدوريات والمؤتمرات المتخصصة في علم الشفرة .

وتبنى معظم نظم المفاتيح على مسائل ذات تعقيد حسابي عال ، أي مسائل يتطلب حلها وقتاً طويلاً جداً في الحاسب الآلي ، بحيث يكون حل الشفرة بدون معرفة المفتاح مخافاً لحل أحد تلك المسائل ، وتبين الأمثلة الواردة في فصل طرق شفر المعلومات نموذجاً من هذه النظم .



السري . وقد يعتقد القارئ ، وهو على صواب ، ان هناك علاقة ما بين المفتاحين. وهذه العلاقة هي كما يلي :

١- بحسب ٩١ على انه حاصل ضرب عددين أوليين تم اختيارهما عشوائياً أي ٧ و ١٣ .

٢- بحسب عدد الأرقام التي ليس لها قاسم مشترك أكبر من الواحد مع ٩١ وهذا العدد =  $(1-13)(1-7) = 72$  ( يدعى هذا العدد بدالة أولر ) .

٣- يختار أي رقم بين ١ و ٧٢ بحيث لا يكون له قاسم مشترك أكبر من واحد مع ٧٢ ، وفي هذا المثال اختير الرقم ٢٩ ليكون القوة الشفوية .

٤- بحسب عكس ٢٩ بالنسبة إلى ٧٢ أي الرقم الذي اذا ضرب في ٢٩ وقسم الناتج على ٧٢ كان باقي القسمة مساوياً لواحد ، وفي هذا المثال وجد الرقم ٥ . ( لاحظ ان :

$29 \times 5 = 145$  ، وان ١٤٥ تقسيم ٧٢ يعطي الباقي واحد ) . ويلاحظ في هذا المثال ان استنتاج الزوج ( ٩١ ، ٥ ) من الزوج ( ٩١ ، ٢٩ ) يتطلب معرفة المكونات الأولية للمعامل ٩١ ، وهذا أمر غير صعب عندما يكون المعامل صغيراً مثل هذا . ولكن إذا كان المعامل كبيراً جداً فان تحليله إلى عوامله الأولية يتطلب وقتاً كبيراً جداً كما هو معروف الآن ، ومن هنا تنبع سرية هذه الطريقة ، حيث ان المعاملات المستخدمة عملياً يزيد طولها عن ٢٠٠ عدد عشري !!

مثال - ٣ : النص الأصلي : ٤٣ في النظام العشري ويساوي ١٠١٠١١ في النظام الثنائي .

العملية الرياضية : اعتبار التمثيل الثنائي للنص الأصلي مصفوفة عمودية وضربها في المصفوفة التالية المكونة من ٦ أعداد والتي تمثل المفتاح الشفري ( ١ ، ٣ ، ٥ ، ٩ ، ١٩ ، ٣٨ ) ليكون الناتج ٥١ وهو النص المشفر .

ولحل الشفرة يجب تجزئة النص المشفر ، أي ٥١ ، إلى ٦ أعداد صحيحة أو أقل تطابق تلك الأعداد التي وردت في مصفوفة المفتاح ومن ثم تعيين مواقع الأعداد التي اختيرت وتمثيلها بالعدد ١ وتمثيل مواقع الأعداد الأخرى بالصفر . وفي هذا المثال نجد أن :

ومن ثم كسر الشفرة ، ولهذا تركز البحوث في هذا المجال على ابتكار نظم لتوليد مفاتيح طويلة بها أكبر قدر من العشوائية كمحاولة لتقريب نظام الكراسية الواحدة ..



## طرق التشفير المقطع :

وهي الطرق التي يقطع فيها النص الأصلي إلى أجزاء متساوية الطول ، ويعامل كل جزء وكأنه رقم يجري عليه عدد من العمليات الرياضية تكون نتيجتها النص المشفر .

وتختلف الأساليب الشفوية بهذه الطريقة باختلاف العمليات الرياضية التي تجري على النص الأصلي كما تبين الأمثلة التالية :

مثال - ٢ : النص الأصلي ٧٥ .

العملية الرياضية : النص المشفر = باقي  $(75 \div 91)$  أي رفع العدد ٧٥ إلى قوة ٢٩ ثم قسمة الناتج على ٩١ واعتبار الباقي هو النص المشفر .

النص المشفر : ناتج العملية أعلاه وهو ١٧ .

ولحل الشفرة تجري نفس العملية الا ان الاس أو القوة في هذه الحالة هو ٥ أي ان النص الأصلي = باقي  $(17 \div 91)$  . ويمكن للقارئ ان يتحقق من ذلك باجراء العملية ليجد ان الناتج هو ٧٥ ، أي النص الأصلي !

يلاحظ ان هذه الطريقة هي من فئة المفتاحين وان المفتاح الشفري هو زوج الأعداد ( ٩١ ، ٢٩ ) ، ويدعى ٩١ بالمعامل و ٢٩ بالقوة ، وهذا الزوج هو المفتاح العام ، ويمكن اعطائه لكل من يريد شفر رسالة بهذه الطريقة . أما مفتاح حل الشفرة فهو الزوج ( ٩١ ، ٥ ) ، وهذا الزوج يجب الحفاظ عليه بسرية تامة ، حيث انه بوساطته فقط يمكن حل الشفرة ، ولهذا سمي بالمفتاح الخاص أو

للتشفير تقاس بمدى مقاومتها لمحاولات العدو ، مع افتراض انه يعرف بعض النصوص الأصلية ومقابلها المشفر ، وهذا الافتراض ليس بعيداً عن الواقعية .

## طرق تشفير المعلومات :

في بقية هذا المقال سوف نمثل النص الأصلي أو المشفر بسلسلة من الأعداد الصحيحة في النظام العشري ، أي المكونة من ٠ و ١ ... إلى ٩ ، أو في النظام الثنائي ، أي الأعداد المكونة من ٠ و ١ . وهذا التمثيل واقعي ، حيث ان جميع الرموز تكون ممثلة بالأعداد الثنائية اثناء معالجتها أو تخزينها في الحاسب أو أثناء انتقالها عبر وسائل الاتصالات .

تصنف طرق التشفير حسب عدد المفاتيح إلى فئتين هما طرق المفتاح الواحد وطرق المفتاحين كما ورد سابقاً ، كما تصنف هذه الطرق من الناحية التشغيلية إلى طرق التشفير المتسلسل وطرق التشفير المقطع .

## طرق التشفير المتسلسل :

وهي الطرق التي يقسم فيها النص الأصلي إلى سلسلة من الحروف أو الأعداد الثنائية ، أي صفر وواحد ، ثم يجمع كل من هذه الأعداد مع أعداد أخرى تمثل المفتاح وتكون نتيجة الجمع هي النص المشفر . وتتم عملية حل الشفرة ، بجمع حروف أو أعداد النص المشفر مع أعداد المفتاح لاسترجاع النص الأصلي .

مثال - ١ :

النص الأصلي ١٠١١١٠١٠٠١٠٠١  
المفتاح ١١٠١١٠١٠١١٠١٠  
النص المشفر ٠١١٠٠٠٠٠١٠٠١١

( يلاحظ ان النص المشفر هو حاصل جمع أعداد النص الأصلي والمفتاح جمعاً ثنائياً . والجمع الثنائي يتم حسب القاعدة التالية :  $0+0=0$  ،  $0+1=1$  ،  $1+0=1$  ،  $1+1=0$  ) ويمكن للقارئ ان يستعيد النص الأصلي من النص المشفر والمفتاح بوساطة جمعها جمعاً ثنائياً .

وتعتمد سرية هذه الطرق على مدى العشوائية في سلسلة المفتاح ، فكلما زادت العشوائية صعب على العدو التنبؤ باجزاء المفتاح



# عرض كتاب



## مقدمة في الاتصالات

عرض : د. إبراهيم المعتاز

جامعة الملك سعود

طبع في مطابع جامعة

الملك سعود ١٤٠٩هـ

الاتصالات والتي تتكون عادة من :

- ١ - مصدر المعلومات .
- ٢ - محول المعلومات المرسل .
- ٣ - جهاز ارسال .
- ٤ - قناة اتصال .
- ٥ - جهاز استقبال .
- ٦ - محول المعلومات القادمة .
- ٧ - مقصد المعلومات .

وترسل المعلومات وتستقبل بشكل تمثيلي أو رقمي اما بصورة مستمرة واما متقطعة ، وتشمل ثمانية مجالات رئيسة لتردد الموجات عبر طيف الترددات الكهرومغناطيسية والتي يحتوي هذا الفصل أيضاً على وصف مفصل لها .

ويقدم الفصل أيضاً تعريفاً ميسراً لفكرة تعديل (تضمين) الموجات ولظاهرة التشويش ، ثم يعرض الفصل أخيراً للأساليب المختلفة في تحليل أنظمة الاتصالات في مجال الزمن والتردد وتحويل التعبيرات الرياضية من مجال لآخر بمساعدة النظريات التالية :

- ١ - نظرية تحليل الترددات .
- ٢ - نظرية التعديل (التضمين) .

ألف هذا الكتاب الدكتور سعد علي الحاج بكري ، والدكتور محمد عبدالرحمن الحيدر ، ويعد الكتاب مساهمة جيدة في حركة تعريف العلوم الحديثة ومحاولة ناجحة لكتابة العلوم التقنية والهندسية باللغة العربية ، والكتاب هندسي الاختصاص يخاطب المهندسين والعاملين في قطاع الاتصالات بشكل خاص إلى جانب تقديم الأسس العلمية الهندسية في مجال الاتصالات ، ويحتوي الكتاب على خمسة فصول رئيسة ، يبدأ بنظرة عامة لهندسة الاتصالات ثم المبادئ الأساس لتحليل الطيف ثم أنواع وأساليب تعديل (تضمين) ارتفاع الموجات (المطال) والتردد والنبضات .

### نظرة عامة إلى هندسة الاتصال

يقدم الفصل الأول من الكتاب نظرة عامة إلى هندسة الاتصال تبدأ بلمحة تاريخية تستعرض تطور أساليب الاتصال وتنتهي بتطلعات لمستقبل هندسة الاتصال وأساليبها ، ويقدم الفصل أيضاً شرحاً لعناصر وأنظمة

$51 = 1 + 3 + 9 + 38$  ، أي الأعداد الأول والثاني والرابع والسادس من مصفوفة المفتاح والتي تمثلها بالعدد ١ في الموقع الأول والثاني والرابع والسادس ، وبالعدد صفر في الموقعين الثالث والخامس لتكون النتيجة ١٠١١١ أو ٤٣ وهو النص الأصلي ، وتكمن سرية هذه الطريقة في كون تجزئة عدد ما إلى مجموع أعداد صحيحة مختارة من مجموعة معينة مسألة في غاية الصعوبة ، إذا لم تكن هناك معلومات إضافية . وفي هذه الحالة فإن المعلومة الإضافية تكمن في مفتاح حل الشفرة ، وهذه المعلومة هنا هي أن كل عدد من مصفوفة المفتاح الشفري يزيد عن مجموع الأعداد التي سبقتها ، أي الأعداد التي تقع إلى اليسار منه .

يمثل كل من الأمثلة ٢ و ٣ النظم الحديثة في التشفير ، والواقع أن المثال الثاني يمثل أهم الطرق الشفريّة ذات المفاتيح ، ويدعى نظام ريفست شمبر ادلمان ، وقد قاوم هذا النظام جميع محاولات الكسر التي تعرض لها . أما المثال الثالث فيمثل أحد النظم الحديثة التي لم تصمد أمام محاولات الكسر ، وتوجد الآن طرق سريعة لكسر هذا النظام مبنية على مفاهيم رياضية متقدمة يمكن للقرائي الاطلاع عليها في السجل العلمي لمؤتمر الشفرة لعام ١٩٨٢م والذي يعقد سنوياً بولاية كاليفورنيا في الولايات المتحدة الأمريكية .

كما ان هناك نظماً للتشفير تجمع الخصائص الشفريّة المتسلسلة والمقطعة لأنها تقسم النص إلى أجزاء كل واحد منها يعد سلسلة من الأعداد الثنائية ، ومن أشهر هذه النظم ما يسمى « النظام الشفري القياسي » الذي تبنته هيئة المقاييس والمواصفات الأمريكية ، وعلى الرغم من انه ليست هناك محاولات ناجحة معلنة لكسر هذا النظام إلا انه تعرض لكثير من النقد لأن بعض تفاصيل تصميمه أبقى عليها سرّاً بإيعاز من وكالة الأمن القومي الأمريكي مما أدى إلى عدد من الشكوك حول درجة أمنه .

المراجع :

- ١ - Cryptography and Data Security, D. Denning, Addison-Wesley 1983.
- ٢ - Data Security, D. Denning and P. Denning, ACM Computing Surveys Vol 11 No. 3 1979.
- ٣ - The Codebreakers, D. Khan, Macmillan 1967.
- ٤ - Asymmetric and Symmetric Encryption, G.J. Simmons, ACM Computing Surveys, Vol 11, No. 4 1979.
- ٥ - Cryptology in Transition, A. Lempel, ACM Computing Surveys, Vol 1 No. 4 1979.



التردد ثم شرح نظرية تعديل الطور phase ووصف طرق توليد تعديل التردد والحاجة إلى مضاعفة التردد ثم بيان مبدأ كشف تعديل التردد والمكونات الأساس لأجهزة ارسال واستقبال تعديل التردد، ويقدم الفصل أيضاً دراسة لاستخدام الصوت الجسم في تعديل التردد .

وبسبب الاعتبار المتزايد على الاتصالات الرقمية تلاقي عملية تعديل النبضات pulse modulation اهتماماً متزايداً ، ولقد أفرد المؤلفان الفصل الخامس والآخر من الكتاب للدراسة تعديل النبضات والتي تبدأ بتقديم نظرية العينات وشرح مفهوم تعدد تقسيم الزمن يلي ذلك استعراض لأنواع تعديل النبضات التمثيلي كتعديل ارتفاع النبضات وتعديل فترة النبضات وتعديل مركز النبضات ثم يقدم الفصل أيضاً دراسة لتعديل النبضات الرقمية كتعديل رمز النبضات وتعديل دلتا، ويختتم الفصل بالتعريف بالارسال الرقمي وأنواعه المختلفة .

وأخيراً فإن الكتاب متخصص في موضوعه يقدم المعلومات الأساس لهندسة الاتصالات بسهولة وتتابع ، وهو كما جاء في مقدمته يصلح للطلبة الجامعيين الذين يبدأون بدراسة مقرر الاتصالات لأول مرة ، ويتطلب الكتاب من هؤلاء الطلبة معرفة بأسس علوم مختلفة تشمل الرياضيات والفيزياء والدوائر الكهربائية والألكترونية ، وهو مفيد جداً لساتر العاملين في مجال الاتصالات ، بل للمهندسين والفنيين .

ولقد اشتمل الكتاب على أمثلة عديدة في كل فصل إلى جانب الاسئلة والتارين الملحقة بكل فصل والتي أشار المؤلفان إلى وجود حلول لها في كتيب خاص ، والكتاب بوجه عام ذو طابع أكاديمي نظري خال من التطبيقات العملية ، ملائم جداً لما وضع له ككتاب منهجي ، يقدم الأسس النظرية لهندسة الاتصالات ، ولقد أحسن المؤلفان صنفاً بارداف المصطلحات العلمية المترجمة بأصلها الانجليزي عند كل استخدام لها ، كما الحقا الكتاب بمجمع هذه المصطلحات ، ولعل عدم اختيارها للمصطلح المناسب يعود كما ذكرنا لغياب الترجمة العربية الموحدة ولا ينقص هذا من قيمة الكتاب العلمية والمعنوية ، بل هو كما ذكرت سابقاً خطوة لتوطين العلوم الهندسية والتقنية ودين للأجيال العربية الصاعدة المشوقة إلى التعلم والمتطلعة إلى التفوق والمتفائلة بالمستقبل .

يطلب نقلها من نقطتين متباعدتين . فإن رمي ورقة الرسالة من نقطة المصدر باتجاه المقصد سوف يؤدي إلى نقل الرسالة مسافة قصيرة تسقط بعدها الرسالة على الأرض ، ولكن لو أمكن ربط هذه الورقة بحجر ثم جرى رمي الحجر من نقطة المصدر فانه يمكن قطع مسافة أطول ، وبذلك يمكن تأمين الاتصال بين هاتين النقطتين . تمثل الورقة المكتوبة في هذا المثال المعلومات المطلوب ارسالها ويمثل الحجر الموجة الحاملة ، وتمثل العملية فكرة التضمين » .

ومن فوائد عملية التعديل ( التضمين ) مايلي :

- ١ - يؤدي إلى تسهيل عملية البث بتحميل موجة المعلومات على موجة عالية التردد .
- ٢ - يساعد على توزيع وتحديد الأتية المستخدمة .
- ٣ - يساهم في تنفيذ فكرة تعدد الارسال ضمن قناة واحدة .
- ٤ - يساهم في تقليل التشويش .

ويعد تعديل ارتفاع الموجة ( تضمين المطال ) أول أنواع تعديل الموجات تهيئة لارسالها عبر مسافات بعيدة ، وهو أكثر الأنواع استخداماً في مجال الارسال الاذاعي وكذلك ارسال موجة الصورة في الارسال التلفزيوني . ويحتوي الفصل الثالث على شرح لنظرية تعديل ارتفاع الموجة وعرض لنطاق الترددات وتوزيع القدرة على مدى تلك الترددات ، كما يشمل أيضاً دراسة للأنواع الخاصة من هذا التعديل كتعديل النطاق المزدوج المخفض الحامل ، وتعديل النطاق الوحيد ، وتعديل النطاق الوحيد مع الحامل ، ويقدم الفصل أيضاً دراسة لأساليب ازالة أو كشف تعديل ارتفاع الموجة واسلوب استخدام الموجة الحاملة ، وأخيراً يوضح الفصل طريقة ارسال عدد من الموجات عبر قناة مشتركة باستخدام تعدد تقسيمات نطاق التردد .

وفي الفصل الرابع ، يقدم الكتاب شرحاً وافياً لتعديل التردد والمستخدم بشكل رئيس في المحطات الاذاعية التي تعمل ضمن المجال ما بين ٨٨ إلى ١٠٨ ميغاهرتز كما يستخدم أيضاً في ارسال الصوت من محطات البث التلفزيوني ، ويحتوي هذا الفصل على عرض لنظرية تعديل التردد وتحليل لعرض نطاق التردد المعدل وكذلك دراسة توزيع القدرة في نطاق

٣ - نظرية الاتصالات .

٤ - النظرية الاحصائية للكشف والتخمين .

٥ - نظرية المعلومات والرموز .

٦ - نظرية حركة احمال أنظمة الاتصالات .

### تحليل ترددات الطيف

يستعرض الفصل الثاني تحت هذا العنوان استخدام الوسائل الرياضية لايجاد مواصفات الموجات في مجال التردد ، ومعرفة العلاقة التي تربط هذه المواصفات بتلك القائمة في مجال الزمن ، ويساعد هذا في دراسة الموجات المرسل والمستقبل والمعالجة في أنظمة الاتصالات ، ويشمل هذا الفصل دراسة مفصلة لمفكوك فوريور Fourier Expansion وتحويل فوريور Fourier Transform واستخدامها في حساب القدرة القياسية للموجات عند الترددات المختلفة ، والقدرة القياسية للموجات هي اصطلاح يعبر عن القدرة الناتجة عن تطبيق جهد موجة كهربائية على مقاومة كهربائية تبلغ قيمتها أوماً واحداً .

ثم يعرض الفصل الثاني أيضاً لنظرية الالتفاف وطرق معرفة استجابة الأنظمة للموجات الداخلة . ونظرية الالتفاف Convolution theory تستخدم لايجاد الموجات ذات تحويل فوريور معلوم عبارة عن حاصل ضرب تحويلين فوريورين لموجتين معروفتين . كما يستفاد من معرفة استجابة الأنظمة لتحديد الموجات الخارجة من هذه الأنظمة ومعرفة دالة التحويل ، وينتهي هذا الفصل بشرح ظاهرة ارتباط الاشارات والتي يحتاج إليها مهندس الاتصالات كثيراً لمعرفة مدى الترابط أو التشابه بين موجتين :

### تعديل ( تضمين ) الموجات

يحتوي الكتاب على شرح مفصل لعملية تعديل الموجات ، يشمل تعديل ارتفاع الموجة كما في الفصل الثالث ، وتعديل التردد كما في الفصل الرابع ، وأخيراً تعديل النبضات في الفصل الخامس والأخير . ويمكن التعبير عن فكرة التعديل ( التضمين ) كما يقول المؤلفان من خلال المثال التالي : « إذا كان لدينا رسالة مكتوبة على ورقة

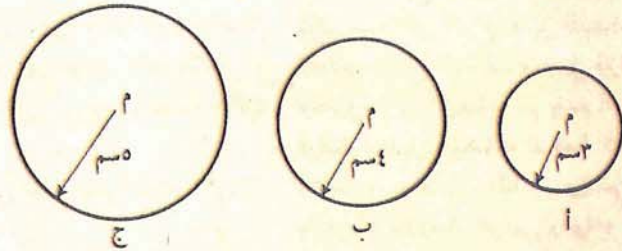




# مساحة للتفكير

## مسابقة العدد السابع

### أرغفة الخبز



إذا كانت الدوائر أ، ب، ج تمثل ثلاث أرغفة من الخبز ذات السهكة الواحدة وأنصاف أنظارها كلها هو في الشكل أ = 3 سم، ب = 4 سم، ج = 5 سم فكيف يمكن تقسيم هذه الأرغفة الثلاث على أربعة أشخاص بالتساوي وبأقل عدد ممكن من القطع؟

## حل مسابقة

### العدد السادس

$$\begin{array}{r}
 (12) \quad \star \star \star \star \star \star \star \star \\
 (11) \quad \star \star \star \quad \star \star \star \star \star \star \\
 (9) \quad \star \star \star - \\
 (8) \quad \star \star \star \\
 (7) \quad \star \star \star - \\
 (6) \quad \star \star \star \\
 (5) \quad \star \star \star - \\
 (4) \quad \star \star \star \\
 (3) \quad \star \star \star - \\
 (2) \quad \star \star \star \star \\
 (1) \quad \star \star \star \star - \\
 \hline
 \end{array}$$

حيث أن أي أرقام تضاف بعد انتهاء الأرقام الرئيسة في المقسوم هي أصفار فإن العدد (2) هو 1000 أ حيث  $10 > 1$

بما أن  $1000 \div 1 = 1000 \times 1 = 1000$

فإن العوامل الأولية للعدد (2) هي 2، 2، 2، 2، 5، 5، 5، 5

العدد (1) = العدد (2)

العوامل الأولية للمقسوم عليه (11) هي 2، 2، 2، 5، 5، 5

بما أن آخر رقم في العدد (6) هو صفر

فإن الرقم أ هو أما صفر وهذا مستبعد أو 5

العدد (1) = العدد (2) = 5000

آخر رقم في المقسوم عليه يجب أن يكون 5

لا يمكن أن يكون العدد 2 معاملاً للمقسوم عليه وإلا أصبح آخر رقم صفر

المقسوم عليه (11) =  $5 \times 5 \times 5 \times 5 = 625$

آخر رقم في ناتج القسمة (12) هو  $8 = 2 \times 2 \times 2$

العدد (3) = 625

العدد (4) = العدد (3) + 5 = 630

العدد (5) = 625

العدد (6) = العدد (5) + 63 = 688

العدد (7) = 625

العدد (8) = العدد (7) + 68 = 693

العدد (9) = 625

الثلاثة أرقام اليسرى في العدد (10) = العدد (9) + 6 = 631

المقسوم = 631938

المقسوم عليه = 625

ناتج القسمة = 1011,1008

008 1011ر (12)

(11) 625 | (10) 631938

(9) 625 -

(8) 693

(7) 625 -

(6) 688

(5) 625 -

(4) 630

(3) 625 -

(2) 5000

(1) 5000 -

0000



## اعزاءنا القراء

إذا استطعتم معرفة الاجابة على مسابقة « أرغفة الخبز » فأرسلوا اجابتكم على عنوان المجلة مع التقيد بما يأتي :

- ١- ترفق مع الاجابة طريقة الحل .
  - ٢- تكون الاجابة وطريقة الحل بشكل واضح ومقروء .
  - ٣- وضع عنوان المرسل كاملاً .
  - ٤- آخر موعد لاستلام الحل هو ١٤٠٩/٩/٢٥ هـ .
- سوف يتم السحب على الاجابات الصحيحة والتي تحتوي على طريقة الحل وسوف يمنح الخمسة الأوائل مجموعة من الكتب العلمية القيمة ، كما سيتم نشر أسماء الفائزين مع الحل في العدد القادم ان شاء الله .

## الفائزون في مسابقة العدد السادس

ورد إلى المجلة العديد من حلول المسابقة التي تضمنها العدد السادس ، وعلى الرغم من تعدد المحاولات لم يتوفق في الوصول إلى الحل الصحيح لهذه المسابقة إلا متسابقاً واحداً ويعزى ذلك إلى عدة أسباب نلخصها في الآتي :

- ١- عدم التقيد بما ترمز إليه النجوم في المسابقة ، ومثال ذلك أن يكون الناتج من عملية طرح العدد رقم (٩) من العدد رقم (١٠) في الاجابة الصحيحة رقماً واحداً ( العدد رقم ٨ ) خلافاً لما جاء في كثير من الحلول ، كأن يكون الناتج أكثر من رقم .
  - ٢- زيادة عدد خطوات الحل محاولة للوصول إلى الأرقام المطلوبة .
  - ٣- وصول بعض الحلول إلى أرقام نهائية مع عدم توضيح كيفية الحصول عليها .
- توصل إلى الحل الصحيح للمسابقة :

— خديجة عبدالرحمن الباني

ويسرنا اهداءها مجموعة من الكتب العلمية القيمة آملين أن تجد فيها الفائدة ، كما نتمنى للأخوة الذين لم يحالفهم الحظ حظاً وافراً في الأعداد القادمة .





# كتب صدرت حديثاً



## اقتصاديات البترول

صدر هذا الكتاب عن دار حافظ للنشر والتوزيع عام ١٤٠٨هـ وألفه د. سيد فتحي أحمد الخولي ويهدف إلى تعريف الدارسين بإنتاج وتوزيع واستهلاك النفط، وبالسياسات المختلفة المتعلقة بهذا المورد الحيوي عن طريق استخدام أدوات التحليل الاقتصادي مع الإشارة إلى الأبعاد غير الاقتصادية للنفط وبأثر النفط على العلاقات الاقتصادية والسياسية بين الدول المصدرة والمستهلكة في المنظمات الدولية والإقليمية، ودور المملكة العربية السعودية ودول الخليج العربي الأخرى في السوق العالمي للنفط.

وينقسم الكتاب إلى أربعة أجزاء، يتناول الجزء الأول الموارد الاقتصادية ومصادر الطاقة، ويركز الجزء الثاني على الموارد النفطية الغازية والسائلة، ويتناول الجزء الثالث قواعد تسعير النفط مع استعراض لتطورات أسعار النفط منذ اكتشافه إلى الوقت الراهن مع التركيز على بعض الأحداث الهامة كانشاء أوبك وأزمة السبعينات واستخدام البترول كسلاح سياسي وأزمة الثمانينات وغيرها. ويستعرض الجزء الرابع أهم الأبعاد الدولية والمحلية لموضوعات اقتصادية كصناعة تكرير النفط والصناعات البتروكيمياوية، مع التركيز على المفاوضات الاقتصادية بين دول الخليج العربي ودول السوق

الأوروبية المشتركة حول تسويق البتروكيمياويات، ويتناول هذا الجزء أيضاً موضوع الطاقة وتلوث الموارد البيئية والأبعاد الاقتصادية للعلاقة التبادلية بين النفط والتلوث البيئي، ويقع الكتاب في ٣٦٨ صفحة.



## هندسة نظم الاتصالات

ألف هذا الكتاب المهندس فريج سعيد العويضي، وطبع لدى شركة الطباعة العربية السعودية - الرياض. وللكتاب عنوان شامل يشمل الاتصالات اللاسلكية وطرق التخطيط لها وتصميمها، ويشتمل الكتاب على خمسة فصول تشمل فصلاً تمهيدياً عن التخطيط لأنظمة الاتصالات يغطيها بعض المفاهيم الأساس كالطيف الترددي وميكانيكية انتشار الموجات والهوائيات والتعديل. والفصل الثاني

عن مسح منطقة الاتصالات بهدف جمع المعلومات التي تساعد على تصميم نظام اتصالات معين وحساب ادائه، ويتعرض الفصل الثالث لأنظمة الاتصال في نطاق التردد العالي، بينما يختص الفصل الرابع بنطاق الترددات العالية جداً وفوق العالية. أما الفصل الخامس والأخير فيتعرض لأنظمة الاتصال ذات النطاق العريض ومنها شبكات الميكروويف وتوابع الاتصالات. ويعد الكتاب أسهماً جيداً يحاول التطرق إلى جوانب تقنية الاتصالات بأسلوب جاد وميسر. ويقع الكتاب

في ١٩٢ صفحة بالإضافة إلى الفهارس وقائمة مراجع.



## أجهزة القياس والتحكم في العمليات الصناعية

تعد أجهزة القياس والتحكم من أهم وأبرز الأجهزة في الصناعات الراهنة نظراً للاحتياج المستمر لها والاعتماد عليها في معرفة تدفق المواد وحيود سير الأنظمة الصناعية عما هو مرسوم لها، ويقدم الكتاب وصفاً سهلاً لهذه الأجهزة وطرق عملها، بأسلوب سهل في متناول المتخصص وغير المتخصص، والكتاب من تأليف طه سعيد قاسم حسين وإصدار مؤسسة هجر للطباعة والنشر في عام ١٤٠٧هـ، ويقع في ثلاثة أجزاء رئيسة هي:

الجزء الأول: ويهتم في القياسات التقنية ونظم القياس ويشتمل على وصف لأجهزة وطرق القياس ووصف لمفاهيم الضغط والتدفق وتطبيق لأجهزة قياس المستوى وأجهزة قياس درجة الحرارة وأجهزة التحليل.

ويحتوي الجزء الثاني على شرح مسهب للمرسلات والمسجلات الالكترونية واستخداماتها في أجهزة القياس الهوائية.

ويهتم الجزء الثالث بنظم التحكم الأتوماتيكية في الصناعة بعرض للمفاهيم الأساس للتحكم الآلي ووصف للمنظمات الصناعية مع تقديم بعض التطبيقات العملية

لنظم التحكم الأتوماتيكية في تحلية مياه البحر ومحطات القوى الكهربائية، ويقع الكتاب في ٥١٣ صفحة.



## لقاح جديد لمنع الحمل

تشير إحدى الدراسات التي يقوم بها علماء استراليون إلى عدم وجود أعراض جانبية خطيرة للقاح جديد سوف يستخدم لمنع الحمل. ويعمل اللقاح الذي يعطى عن طريق الحقن باستثارة الجسم لإنتاج أجسام مضادة تقوم بدورها بإبطال فعالية هرمون ضروري للحمل (hCG)، ولم تتجاوز الأعراض الجانبية بعض الآلام العضلية لدى بعض النساء اللاتي جرب فيهن اللقاح.

ولم تكتمل بعد اختبارات قدرة اللقاح في منع الحمل. ويفترض أن تستمر فعالية الجرعة الواحدة لمدة تتراوح بين ستة أشهر وعام تقوّم أثناءها الأجسام المضادة بالالتحام بهرمون الحمل (hCG) مما يجعل انغراس البويضة المخصبة في جدار الرحم أمراً صعباً، وكما هو معروف لا ينتج جهاز مناعة الجسم أجساماً مضادة لمواد ينتجها الجسم نفسه، أو بعبارة أخرى ينتج الجسم أجساماً مضادة للأجسام أو المواد أو الأعضاء الغريبة عليه. ولكي يتغلب العلماء المتجنون للقاح منع الحمل على هذه المشكلة قاموا بلحم جزء من جزيء هرمون الحمل (hCG)، المصنع إلى مادة سامة (diphtheria toxin) تفرزها بكتيريا الدفتيريا. وعند حقن هذا المركب في الجسم يحدث رد فعل مناعي قوي وتكون أجسام مضادة ضد المادتين المتحدتين. ويرى العلماء أن هذا اللقاح لن يؤثر على مستوى الهرمونات الأخرى لدى النساء المضعفات به أو على انتظام الدورة الشهرية لديهن، لأن الأجسام المضادة التي يتسبب اللقاح في إنتاجها تستهدف هرموناً تفرزه البويضة المخصبة.

وقد كشفت تجربة حقنت فيها ثلاثون امرأة - فقدن خصوصيتهم جراحياً - بجرعات متفاوتة من اللقاح عن وجود الأجسام المضادة لهرمون الحمل (hCG) في أجسامهن لعدة أسابيع من الحقن. ولكن يبقى السؤال: ماهو مدى فعالية الأجسام المضادة في منعها للحمل؟

على الرغم من أن اختبارات اللقاح التي أجريت على الرئيسات (Primates) قد أعطت فكرة عامة عن اللقاح بل أوضحت قدرته على منع الحمل في الحيوانات،

لا يستطيع أحد التأكيد من فعاليته في الإنسان إلا بعد اكتمال اختبارات المرحلة الثانية والتي ستجرى على الإنسان، وهذا ما أكدته مخترع اللقاح وهو عالم أمريكي مشارك في البحث.

وتجدر الإشارة إلى أن أحد العلماء المتوحد قد قام بمحاولة سابقة لإنتاج لقاح مماثل واستخدم في ربط الهرمون - بمادة أخرى لاستثارة الجسم لإنتاج الأجسام المضادة - مادة سامة لبكتيريا التتوس (Tetanus) بدلاً من المادة السامة لبكتيريا الدفتيريا، إلا أن إنتاج الأجسام المضادة لهرمون الحمل (hCG) كان ضعيفاً، إضافة إلى أن اللقاح أدى إلى إنتاج نوع آخر من الأجسام المضادة لهرمون آخر للخصوبة (LH) يشبه في تركيبه هرمون الحمل (hCG). ويترتب على الخلط المحدث في هذا الهرمون (LH) اضطراب في انتظام الدورة الشهرية وبدونها مبكراً في بعض الحالات. هذا ولا يسبب اللقاح الجديد حدوث مشكلة كهذه، وبمعنى ذلك إلى التباين الكبير بين هرمون الحمل (hCG) وبروتين بكتيريا الدفتيريا المستخدم في الالتحام.

المصدر: Sci. News Vol. 133, # 26, P. 407, 1988.

## فضيحة علمية !!

اكتشفت محكمة بليمور أن ستفن بريننج الطبيب النفسي قد وجد مذنباً بتهمة الغش والخداع في تقديم معلومات علمية حصل بموجبها على معونة الأبحاث الفدرالية، وبناء على ذلك فقد يحاكم الطبيب المذكور بالإيقاف عن البحث العلمي لمدة عشر سنوات مع إعادة المرتب الذي حصل عليه من المنحة وقدره ٢٠٠٠٠ دولار.

الجدير ذكره أن هذه العقوبة أخف كثيراً مما تعارف عليها المحاكم في مثل هذه الجرائم، وتعد هذه الجريمة أول جريمة علمية بالولايات المتحدة.

وتقول وقائع المحكمة أن بريننج أعطى معلومات كثيرة وغير صحيحة لتتبعه عن أدوية التحكم في سلوك الأطفال المعوقين عقلياً وذلك في تقريرين قدمهما إلى المعهد القومي للصحة العقلية كاد أن يحصل بموجبها على منحة إضافية لبحوثه «المزيفة».. ففي حين أنه يذكر أن حوالي ٦٥٪ من المرضى

استجابوا لتركيب دواء معين يذكر تقرير المحكمة أن أقل من ٢٥ شخصاً فقط من المرضى الذين شملهم البحث وعددهم ٢٧٨ قد تناولوا جرعة الدواء المعين...

بريننج استقال من جامعة بتسبرج عام ١٩٨٤ عندما شكك في بحوثه بوساطة زميل له، وتم تعيينه مديراً لخدمات الطب النفسي بالقرب من بتسبرج وكان من المؤمل أن ينتقل إلى موقع وحقل آخر عندما أحس بضيق الخناق عليه.

الطريف أن بريننج البالغ من العمر ٣٦ عاماً رد على سؤال من القاضي «هل تفضل أن يتأذى عليك الدكتور أو السيد؟» فأجاب «بالسيد».. أنه حقاً لا يستحق لقب دكتور الذي ربما قد ناله بالغش أيضاً...

المصدر: Sci. & Gov. Rep., Vol. 18 # 15, P. 4, 1988.

## نوع من البلاستيك يخفي الطائرات

أصبحت عمليات الكشف عن الوسائل التي تخدع بها الطائرات الحربية الرادار اليوم مجالاً كبيراً للأبحاث، وتفيد الأخبار العلمية بأن إحدى الشركات الأمريكية توصلت لأول مرة إلى إنتاج نوع من البوليمرات له القدرة على التوصيل، وإذا ما طلي به جسم الطائرة فإنه يخفيها، فلا يكتشفها الرادار فيما سر هذا البلاستيك المعجزة؟

يتكون هذا النوع من البلاستيك من مادة البولي أنيلين والتي سبق أن اختبرت على هياكل طائرات F 19، وهي بوليمر استخدم في بداية الأمر في صناعة الأصباغ، ويتميز عن الفلزات والبوليمرات الأخرى الموصلة بأنه يملك خواص فيزيائية مثل العازية المغناطيسية والتوصيل الكهربائي تجعله يمتص موجات الرادار في نطاق واسع من الطيف.

صنع هذا البلاستيك منذ حوالي عشر سنوات إلا أن صناعته تطورت في الآونة الأخيرة بفضل الأبحاث التي تجري في معامل أوروبا والولايات المتحدة، وأثبتت هذه البوليمرات أن قدرتها على التوصيل غير ثابتة في وجود الرطوبة، وصعوبة التحامها بالمواد الأخرى، وبالإضافة إلى ذلك فإن تصنيعها يولد مادة مسرطنة شديدة القصور (البزيردين) نتيجة لبلورة الانيلين في وسط

حمضي، وإذا سخن بوليمر الانيلين الذي يمكن الحصول عليه باستخراجه بأحد المذيبات العضوية لدرجة ٤٥٠ درجة مئوية ثبتت عليه الشحنة الكهربائية، وهي التي تعطيه القدرة على التوصيل، وتظل الشحنة ثابتة في وجود الماء والأكسجين، ويمكن لصق هذا الطلاء بسهولة بأنواع البلاستيك غير الموصلة، وتكتسب المرونة والمقاومة ويمكن أن يرش على الأنسجة مثل النايلون.

ولست هذه العملية الوحيدة للبحث عن بلاستيك مضاد للرادار، فالأمريكان يدرسون وجود جزء حساس للضوء في شبة المين يستطيع أن يمتص أمواج الرادار.

المصدر: La Rech. Vol. 19 # 195, Janv. P. 73, 1988.

## قليل من ضوء الشمس يفيد البلمرة

يحتاج تصنيع المواد البلاستيكية (البوليمرات) من موادها الأصلية (الموغر) إلى تعريض هذه الأخيرة إلى أشعة جاما أو الأشعة فوق بنفسجية في وجود مادة ضوئية تساعد على بدء التفاعل.

ولما كان من الممكن أن تحل أشعة الشمس محل المصدر التقليدي للأشعة التي تستخدم في تفاعلات البلمرة استطاع بعض الباحثين في الولايات المتحدة أن يوضحوا أن مادة السيانين يمكنها أن تنشط عملية البلمرة تحت تأثير أي طول موجة في نطاق الضوء المرئي.

ويبقى أن تبحث في منع عملية البلمرة التلقائية التي يمكن أن تحدث في الضوء العادي دون التحكم فيها.

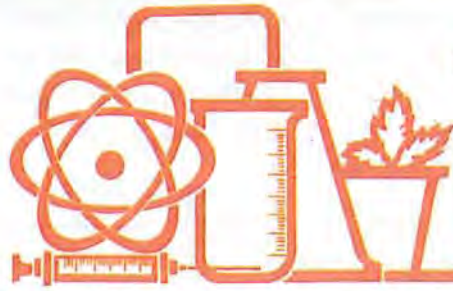
المصدر: La Rech. # 201, Juillet, Aout., P. 934, 1988.

## تنويه واعتذار

تعتذر المجلة عن عدم صدور باب «من أجل فلذات أكبادنا» وباب «من الرواد الأوائل» في هذا العدد لكثرة مادتة، كما تعتذر عن خطأ ورد في اسم أحد مؤلفي كتاب «ميكانيكية التفاعلات العضوية» في باب «كتب صدرت حديثاً» في العدد الماضي، والاسم الصحيح هو: سالم بن شويهان الشويهان.. لذا لزم التنويه.



# بحوث علمية



دعمت مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية ١٧ مشروعاً بحثياً ضمن المرحلة الأولى لبرنامج المنح السنوي العاشر شملت عدة مجالات وهي :

أولاً - في مجال البحوث الهندسية :

١ - تقويم مقدار التسرب وأسبابه في شبكة مياه الرياض بإشراف الباحث الرئيس د. خالد الضويلى وينفذ المشروع في كلية الهندسة جامعة الملك سعود ويهدف إلى قياس كمية التسرب من شبكة مياه الرياض وتحديد أماكن التسرب والكشف عنها لمعرفة أسبابها وكذلك إيجاد العلاقة بين التسرب وعناصر التصميم والتشغيل .

٢ - استخدام الانبوبة الحرارية في استرجاع الطاقة الحرارية المفقودة من التربينات الغازية لانتاج المياه العذبة للباحث الرئيس الدكتور عبد الهادي أحمد فطاني وينفذ المشروع في كلية الهندسة جامعة الملك عبدالعزيز ويهدف إلى استغلال الطاقة الحرارية المفقودة في غازات العادم من التربينات الغازية في انتاج المياه العذبة .

٣ - الخرسانة الجاهزة في المملكة العربية السعودية بإشراف الباحث الرئيس دكتور حبيب مصطفى زين العابدين ويتم تنفيذ المشروع في وزارة الأشغال العامة والإسكان ويهدف إلى دراسة الأوضاع الحالية لمصانع تجهيز الخرسانة وتطوير نظام لمراقبة جودة الخرسانة الجاهزة ووضع الحلول للمشاكل المتعلقة بإنتاج الخرسانة .

٤ - مرجع اسناد جيوديسي موحد للضرائط ونظم معلومات الأراضي للباحث الرئيس مهندس عبدالله محمد الشديدي ويتم تنفيذ البحث في وزارة الشؤون البلدية والقروية ويهدف إلى دراسة وتقويم الشبكة الجيوديسية الحالية في المملكة واعداد الاقتراحات

والتوصيات اللازمة لتقويمها وتكثيفها لتصبح مرجع اسناد جيوديسي بشكل يفي بمتطلبات الخرائط والسجل العقاري ونظم معلومات الأراضي في المملكة .

٥ - تقويم كميات السيول وأثارها في منطقة جنوب غرب المملكة للباحث الرئيس د. محمد جميل عبدالرزاق وينفذ المشروع في كلية الأرصاد والبيئة وزراعة المناطق الجافة بجامعة الملك عبدالعزيز ويهدف المشروع إلى تطوير خطة لسياسة الحماية من السيول الجارفة لتساهم في عمل التصميم الهندسية المناسبة وتشييد أجهزة الإنذار المبكر ومركز المشروع على اختيار الطرق المناسبة لتحديد صرف مياه السيول الكبيرة وأحجامها وأوقاتها وسيستخدم طريقة الاستشعار عن بعد لتحديد المناطق المعرضة لاضرار السيول في منطقة الدراسة .

٦ - تحلية المياه بالتناضح العكسي - تقويم كوابح الترسبات وأغشية التناضح العكسي للباحث الرئيس الدكتور فيدا حسين بت وينفذ المشروع بمعهد البحوث التابع لجامعة الملك فهد للبترول والمعادن ويهدف إلى اختبار طويل الأمد لغشاء الفايبر المجوف الدقيق وغشاء من النوع اللولبي الملفوف مرتب بالتوازي في وحدة تحلية تناضح عكسي باستخدام مياه مالحة طبيعية وكذلك مقارنة كايح ترسبات متطور مع الطريقة التقليدية بإضافة حمض الكبريتيك وفوسفات الميثاكساصوديوم للتحكم في الترسبات الكلسية في وحدات التناضح العكسي .

٧ - تقويم شبكة التلفزيونات بالمملكة العربية السعودية لاستخدامها في الاتصالات الرقمية للباحث الرئيس الدكتور محمد سامي الخناوي وينفذ المشروع بكلية الهندسة جامعة الملك فهد للبترول والمعادن وسيتم في هذا المشروع ابتكار جهاز جديد لتقويم شبكة التلفزيونات بالمملكة ويحدد امكاناتها إذا

ما استخدمت في الاتصالات الرقمية ولشبكات الحاسبات .

٨ - نتائج عملية كلورة مياه الشرب في المملكة العربية السعودية للباحث الرئيس دكتور نبيل محمد قياض وينفذ المشروع في معهد البحوث التابع لجامعة الملك فهد للبترول والمعادن وتتلخص أهداف الدراسة في تحديد نوعية ومستويات المواد العضوية المتطايرة التي تنتج عن عملية الكلورة في مياه الشرب في ثمان من مدن المملكة الرئيسة وتحديد أفضل الظروف لاجراء عملية الكلورة للحد من مدى تكون هذه المكونات في مياه الشرب .

ثانياً - في مجال البحوث الزراعية :  
١ - أمراض البطاطس واستخدام زراعة الأنسجة لانتاج أصناف بطاطس خالية من المبيبات المرضية للباحث الرئيس دكتور إبراهيم محمد الشهبان وسوف تجرى الدراسة في كلية الزراعة جامعة الملك سعود وتتلخص أهداف البحث في دراسة جميع الأمراض التي تصيب محصول البطاطس المزروعة في المملكة اضافة إلى تلك المصاحبة للدرنات المستوردة والمستعملة كتفاوي وتقويم مدى مقاومة أهم أصناف البطاطس المزروعة في المملكة لأهم الأمراض التي تصيبها ودراسة كفاءة بعض المبيدات لمكافحة أهم المبيبات المرضية للبطاطس بالإضافة إلى تحفيز تكوين درنات عن طريق زراعة قمة الساق للحصول على أصول بطاطس خالية من المبيبات المرضية .

٢ - دراسات على مكافحة مرض الحمى القلاعية في مزارع انتاج الألبان بالمملكة للباحث الرئيس الدكتور سمير محمد حافظ ويتم تنفيذ المشروع في المركز الإقليمي لأبحاث الزراعة والمياه بالرياض ويهدف المشروع إلى تحديد مدى الانتشار الجغرافي للمرض بين الأنواع

المختلفة من الحيوانات في المملكة وعزل وتصنيف الفيروس من الحالات المرضية ومقارنته بسلالات الفيروس المستعملة في اللقاحات وتطوير برامج تحصين فعالة ضد المرض .

٣ - دراسة أسباب النفوق في الدواجن للباحث الرئيس الدكتور فتحي السيد سعد وينفذ المشروع في كلية الطب البيطري والثروة الحيوانية بجامعة الملك فيصل ويهدف إلى دراسة مستفيضة لمسيبات النفوق في الثروة الداجنة ممثلة في الدجاج اللحم والبيض وقطعان الأمهات - كما تهدف الدراسة إلى استخدام أحدث الطرق التشخيصية لمعرفة وتشخيص الأمراض ومشاكل التربية المسببة للنفوق في الدواجن وتطوير طرق فعالة للتحصين ضد بعض الأمراض المعدية الشائعة الانتشار في المملكة

ثالثاً - في مجال بحوث البترول وكيمياويات :  
١ - دراسات على استرجاع وإعادة تكرير الزيوت المستعملة للباحث الرئيس الدكتور محمد فرحات علي ويتم اجراء هذه الدراسة في كلية العلوم جامعة الملك فهد للبترول والمعادن ويهدف المشروع إلى تقويم الطرق المستخدمة حالياً في تنقية الزيوت المستعملة وتطوير طرق فعالة لإعادة تكريرها وتطوير طرق اختبار عملية سهلة لتقويم نوعية الزيوت المعالجة مع تطوير مواصفات اختبار سهلة التطبيق على الزيوت الجديدة والزيوت المستعملة لزيادة القدرة التسويقية للزيوت المسترجعة .

رابعاً - في مجال البحوث الأساس :  
١ - دراسة إمكان استخدام المواد المعدنية في المنطقة الغربية في انتاج الأنواع المختلفة من الزجاج لتغطية الاحتياجات المحلية - للباحث الرئيس الدكتور عبد الهادي صهان العمري ويتم تنفيذ البحث في كلية العلوم التطبيقية والهندسية بجامعة أم القرى ويهدف الدراسة إلى البحث عن مواطن الرمال بالمنطقة الغربية والتي تصلح لانتاج الأنواع المختلفة من الزجاج لتغطية الاحتياجات المحلية .

٢ - دراسة عن الفرايدات والأمراض التي تنقلها للإنسان والحيوانات المستأنسة والبرية في المملكة العربية السعودية للباحث الدكتور محمد الخليفة ويتم



# الاتحاد الدولي للاتصالات

م. نعيم بكر زاوي - مركز التوزيع الصوتي والتلفزيوني - جامعة الملك سعود

ان الاستخدام الأمثل للتطورات التقنية في مجال الاتصالات لا يعتمد على النواحي التقنية فقط ، ولكن يعتمد أيضاً على عدة عوامل اقتصادية واجتماعية وسياسية . وهذا كان لا بد من سن القوانين والأنظمة ووضع الضوابط للاتصالات لمنع الاحتكار والفوضى ، ولضمان وصول خدمات الاتصالات إلى الجمهور بشكل مرض . وغالباً ما تقوم الدول بذلك عن طريق وزارات البرق والبريد والهاتف ، ولكن عندما يتعلق الأمر بالاتصالات الدولية فإن تلك الدول لا تستطيع القيام بذلك وحدها ، وكان لا بد من وجود هيكل تنظيمي عالمي يقوم بالمهمة ، هذا الهيكل هو الاتحاد الدولي للاتصالات (I.T.U) ، وهو منظمة عالمية متخصصة في شؤون الاتصالات أنشئ في مؤتمر لدول غرب أوروبا في باريس عام ١٨٦٥م ومقره جنيف (سويسرا) ويتألف أعضاؤه حالياً من ١٦١ دولة ، وقد انضمت المملكة العربية السعودية إلى الاتحاد بتاريخ ١٩٤٩/٢/٧م .

لقد تطور هيكل الاتحاد مع مرور الزمن حسب الحاجة ، ففي عام ١٨٦٨م تم انشاء أمانة لذلك الاتحاد ، وفي عام ١٩٢٥م تم انشاء لجنتين استشاريتين للهاتف والتلفون دجما في لجنة واحدة فيما بعد . أما في عام ١٩٢٧م فقد تم انشاء اللجنة الاستشارية الدولية للراديو ، كما تم أيضاً انشاء المجلس الإداري عام ١٩٤٧م ، وهو نفس العام الذي تغير فيه اسم الاتحاد الدولي للبرق إلى الاتحاد الدولي للاتصالات .

من الكرامات .

وليس للاتحاد الدولي للاتصالات السلطة لفرض هذه التوصيات إلا أن جميع الدول ملتزم بها من الناحية العملية ، فهي تمثل مرجعاً لدى نوعية الخدمات التي تقدم للمستخدمين ، كما تضمن نوعاً من الانسجام بين الأنظمة على النطاق العالمي ، ورغم أنها تبدو مقيدة لحرية المهندس المصمم للأنظمة ، إلا أنها تؤكد اتجاه تطوراتها في إطار خدمة الاتصالات للجمهور . هذا ويمكن لجميع الأعضاء في الاتحاد الدولي المشاركة في أعمال اللجان الاستشارية ، وكذلك يسمح لممثلين من الشركات الصناعية بحضور الاجتماعات كمرافقين خامساً - المجلس الدولي لتسجيل الترددات

ويتألف المجلس - الذي يضم أمانة خاصة به - من خمسة خبراء في الراديو لديهم خبرة عملية واسعة في استخدام وتحديد الترددات ، ويتم انتخابهم في مؤتمرات الاتحاد الدولي المطلقة من أقاليم العالم المختلفة ، كما يعمل هؤلاء الخبراء بصفة دائمة في مركز الاتحاد بجنيف ، ويتم سنوياً اختيار رئيس ونائب له من نفس المجموعة ، ويقوم المجلس بتحديد نطاقات الترددات للخدمات المختلفة والاستخدام المنطقي للنطاق المحدد والمتوفر ، كما يقوم المجلس بدراسة الطلبات الكثيرة (١٢٠٠) طلب في الأسبوع) التي ترد إليه من الدول المختلفة لتحديد ترددات لمحطاتها ، فإذا كانت هذه الترددات تتفق مع أنظمة الراديو ولا تسبب تداخلاً ضاراً للمحطات الأخرى فإنها تسجل في سجل الترددات الرئيس لدى الاتحاد بالتاريخ الذي وردت فيه ، وبالتالي فإنها تحظى بالاعتراف والحماية الدولية .

ثانياً - المجلس الإداري :

يتكون المجلس من أعضاء يتم انتخابهم في المؤتمرات ، ويجتمعون سنوياً لمدة ثلاثة إلى أربعة أسابيع ، ويقوم المجلس بمهام تنظيم العلاقات الخارجية للاتحاد ، والتنسيق بين هيئات الاتحاد الدائمة ، وكذلك الأعمال الإدارية الأخرى .

ثالثاً - السكرتارية العامة ( الأمانة ) :

وتقوم بأعمال الاتحاد اليومية ، ويرأسها الأمين العام الذي يتم انتخابه مع مساعد له في المؤتمرات المطلقة .

رابعاً - اللجان الاستشارية الدولية :

(أ) اللجنة الاستشارية الدولية للبرق والهاتف ، وهذه اللجنة أمانة خاصة بها ، ومعمل للهاتف لاجراء التجارب .

وهناك حوالي ثمان عشرة مجموعة عمل تختص كل منها بمهمة اجراء دراسات في مجال معين من مجالات اتصالات البرق والهاتف .

(ب) اللجنة الاستشارية الدولية للراديو وهذه اللجنة أمانة خاصة بها ، وتضم إحدى عشرة مجموعة عمل تختص كل منها باجراء البحوث والدراسات في مجال معين من مجالات الراديو والاتصالات اللاسلكية .

وحيث ان الفروق بين البرق والهاتف والراديو قد قلت عما كانت عليه في السابق نتيجة للتطور التقني ، فان اللجنتين الاستشاريتين كثيراً ما تكونان مجموعات عمل مشتركة للبحث ، كما تعقدان اجتماعاً كل أربع سنوات في أماكن مختلفة لتناقش مفاوضات إلى مجموعات العمل ، وإقرار ما يمتنع الاتفاق عليه على شكل توصيات ، ويتم نشر توصيات كل اجتماع في كتاب من عشرة أجزاء ، ويشمل كل جزء عدداً

تشتمل أهداف الاتحاد الدولي على الآتي :

١ - الحفاظ على التعاون الدولي وزيادته في مجال تطوير وتنظيم كل أنواع الاتصالات والاستخدام الأفضل لها .

٢ - تشجيع تطوير الوسائل التقنية واستخدامها الأمثل لتطوير فعالية استخدام خدمات الاتصالات وزيادتها وجعلها بقدر الإمكان متوفرة للجمهور .

يحاول الاتحاد تحقيق تلك الأهداف عن طريق عقد المؤتمرات والاجتماعات الدولية والإقليمية ، والتعاون التقني ، ووضع الأنظمة والقوانين الخاصة بالاتصالات ، وكذلك طبع ونشر المعلومات المتعلقة بها .

ويتكون الاتحاد الدولي للاتصالات مما يأتي :

أولاً - المؤتمرات :

يعقد الاتحاد الدولي للاتصالات نوعين من المؤتمرات :

١ - مؤتمر مطلق الصلاحية ويعقد مرة كل خمس سنوات ، ويعد هذا المؤتمر هو الأهم في أقسام الاتحاد ، حيث ان سلطانه تمتد لتشمل كل أنواع الاتصالات ، وهو الجهة الوحيدة في الاتحاد التي لها القدرة على مراجعة وتغيير ميثاق الاتحاد ، كما انه الجهة التي تحدد أهداف الاتحاد على المدى البعيد .

٢ - المؤتمرات الإدارية وتنقسم إلى قسمين : (أ) المؤتمرات الإدارية العالمية وهي تناقش الاستفسارات الخاصة باتصالات البرق والهاتف والراديو ، كما تناقش نشاطات المجلس الدولي لتسجيل الترددات .

(ب) المؤتمرات الإدارية الإقليمية وهي تناقش مسائل الاتصالات ذات الطبيعة الإقليمية

اجراء البحث في كلية العلوم بجامعة الملك سعود وتتلخص الدراسة في الحصول على المعلومات الأساس عن القراءات في المملكة وما تسببه من أمراض للإنسان والحيوانات المستأنسة وسوف يجري تقويم للطرق المختلفة التي تستعمل في مكافحة القراءات والأمراض التي تسببها لانتخاب أمثل الطرق الملائمة لمكافحة القراءات وأمراضها في المملكة خامساً - في مجال البحوث الطبية :

١ - دراسة وظائف المناعة الخلوية في الدوسنتاريا المعوية للباحث الرئيس الدكتور علي سليمان التويجري ويجري تنفيذ البحث في كلية الطب جامعة الملك سعود ويهدف إلى دراسة مدى استجابة جهاز المناعة لأمراض الأميبا هيستوليتيكا عن طريق دراسة فعالية الجهاز اللمفي الشبكي وكذلك الكرات الدموية البيضاء وإمكانية استخدام الجلوكان كمنشط لجهاز المناعة للقضاء على انتشار الأميبا في حيوانات التجارب .

٢ - حجم مشكلة الاعتلالات العصبية في مجتمع محدد بالمملكة العربية السعودية للباحث الرئيس دكتور سعد محمد الراجح ويتم تنفيذ البحث بكلية الطب والعلوم الطبية بجامعة الملك فيصل ويهدف إلى اجراء مسح ميداني لمعرفة الاعتلالات العصبية في المجتمع ومن أمثلتها الاختلاج الحمي والصرع والتهابات الجهاز العصبي والسكتة الدماغية . وذلك لتوفير معلومات وبائية أساسية حول حجم الاعتلالات العصبية في المجتمع يمكن الاعتماد عليها فيما بعد للتخطيط للرعاية الصحية العصبية وخدماتها .

٣ - دراسات تحليلية للحوادث بالمملكة - ضرورة لتطوير برامج التوعية والسلامة للباحث الرئيس الدكتور محمد عبدالله المقرح وسوف يجري تنفيذ المشروع في مستشفى الرياض المركزي ويهدف إلى دراسة وتحليل صفات الحوادث والأشخاص الذين يتعرضون لها وتحديد المتطلبات الاسعافية والطبية لهذه الحوادث بغرض تصميم وتطوير مباديء برامج التوعية لأمور السلامة في المملكة . وتشتمل الدراسة على معلومات تحليلية عن الحوادث في ثلاث مستشفيات في ثلاث مدن بالمملكة .



## مع القراء



الطبعي خارج المدن والذي يبلغ ٠٠٤ مليم جرام/م<sup>٣</sup> في اليوم . ومما سبق ذكره يمكن القول ان المصدر الرئيس للتلوث بالرصاص في التربة يأتي من السيارات . والحل الأمثل لا يأتي إلا بالتحكم في انبعاث هذه المركبات الرصاصية من السيارات وذلك لا يمكن إلا بالتخفيض الملموس لمركبات الرصاص في وقود السيارات .

مما يجدر ذكره ان مركبات الرصاص المترسبة على التربة تكثر في الطبقة القريبة من قشرة الأرض وتكاد تنعدم في حدود ١٠ أمتار ، وتمتص جذور النباتات كميات من الرصاص تتفاوت حسب درجة مقاومتها له مما يعد مصدراً آخر للتلوث البشري والحيواني . ورغم أن مركبات الرصاص المذابة بالماء قليلة في التربة ، إلا أنها يمكن ان تمتص بوساطة ثاني اكسيد المنجنيز .

القارئان ايتسام حمادي الفقيه - الطائف ، وهاني السيد حسن صدقه - مكة المكرمة : نشكر لكم اسهامكم في حل الاسئلة الواردة في باب - هل تعلم - من العدد السادس ونشكركم على توصلكم للاجابات الصحيحة وهي :

- ان هذا العالم أحضر ناقوساً زجاجياً ووضع بداخله فأراً وشمعة مشتعلة ثم احكم قفل فوهة الناقوس بسدادة .

- كانت نتيجة ذلك ان انطفأت الشمعة ومات الفأر لفاذ كمية الاوكسجين الموجودة في الهواء الموجود بالناقوس المقفولة فوهته .

- يستنتج من ذلك أن الاوكسجين يساعد على الاشتعال وضروري لحياة الحيوان الذي يستنشق . ونتيجة للاشتعال والاستنشاق يكون الناتج خروج ثاني أكسيد الكربون ونفاذ الاوكسجين .

كذلك أرسلت القارئة أروى حسن الثبياني - الرياض - الحل لسؤال هل تعلم المذكور سابقاً ولكن رغم أن مذكرته بخصوص فائدة ثاني أكسيد الكربون المنبعث من الفأر للنبات وإستفادته من الاوكسجين الصادر من النبات إلا ان الصورة توضح وجود الشمعة والفأر وهو ما اشارت به القارئة ايتسام .

أعزائنا القراء . . . نحن في انتظار المزيد من اسهاماتكم الهادفة والبناءة والتي ستكون عوناً لنا في تطوير مجلتكم .

بارتفاع كثافتها النوعية مما يساعد على ترسب الدهانات في السطوح بعد وقت وجيز . كما ان بعض مركبات الرصاص تعتبر عالية المقاومة للتحلل الشمسي والتآكل .

وقد تم اكتشاف بدائل حديثة تستعمل في الدهانات بدلاً عن مركبات الرصاص ليس لها مخاطر بيئية ولها نفس الخواص المذكورة .

أما عن وجود مركبات الرصاص في التربة فانه يعود للمصادر التالية :

( ١ ) الترسيب الجاف : ترسب مركبات الرصاص الغازية وذلك للجزيئات الكبيرة ( أكثر من ١٠ ميكرون ) إذ ان ترسيبها سهل نسبة للجاذبية الأرضية ، أو الاصطدام بالاجسام المختلفة أو الترسيب غير المباشر على الأشجار والمباني ثم السقوط على التربة .

( ٢ ) الترسيب الرطب : وذلك بالأمطار أو الندى والرطوبة في المناطق الساحلية .

( ٣ ) مخلفات مياه المجاري : تحتوي مياه المجاري العادية على حوالي ٨٠٠ ملي جرام/ كيلوجرام ، وتزيد المخلفات الصناعية عن هذه النسبة كثيراً ، ويؤدي التخلص غير السليم لهذه المخلفات إلى تراكم كمية الرصاص في التربة نظراً لصعوبة تحللها واندثارها .

وتعد السيارات المصدر الرئيس لمركبات الرصاص الغازية والتي ترسب بعد ذلك على التربة وتتراكم بشكل مستمر ، ويقدر معدل ترسيب الرصاص في مناطق الخطوط السعودية المكتظة بالسيارات بنحو ١٠ - ١٦ ملي جرام/م<sup>٣</sup> في اليوم ، كما يتراوح معدل ترسيب جزيئات الرصاص في المدن من ٠٥ - ٢ ملي جرام/م<sup>٣</sup> في اليوم مقارنة بمعدل الترسيب

مازالت تصلنا العديد من الاسئلة يستفسر أصحابها عن موعد فتح باب الاشتراك ، وازاء هذه الطلبات المتكررة نود ان يعلم القارئ ان فتح باب الاشتراك لن يكون في القريب العاجل بسبب بعض الاجراءات الإدارية التي يجب ان تدرس بعناية قبل اتخاذ القرار بشأنها .

كما أن كثيراً من القراء ارسلوا رسائل ثناء على المجلة وخاصة أولئك الذين يقرأونها أول مرة - ومن بين تلك الرسائل رسالة الدكتور فهد علي خياط منسق التحاليل الجرثومية - غتبر مراقبة الجودة النوعية بجدة - الذي ابدى بعض الملاحظات منها ضرورة التوسع في نشر هذه المجلة على المجتمع السعودي ونحن نعد القارئ الكريم اننا سوف نضع ذلك في الحسبان .

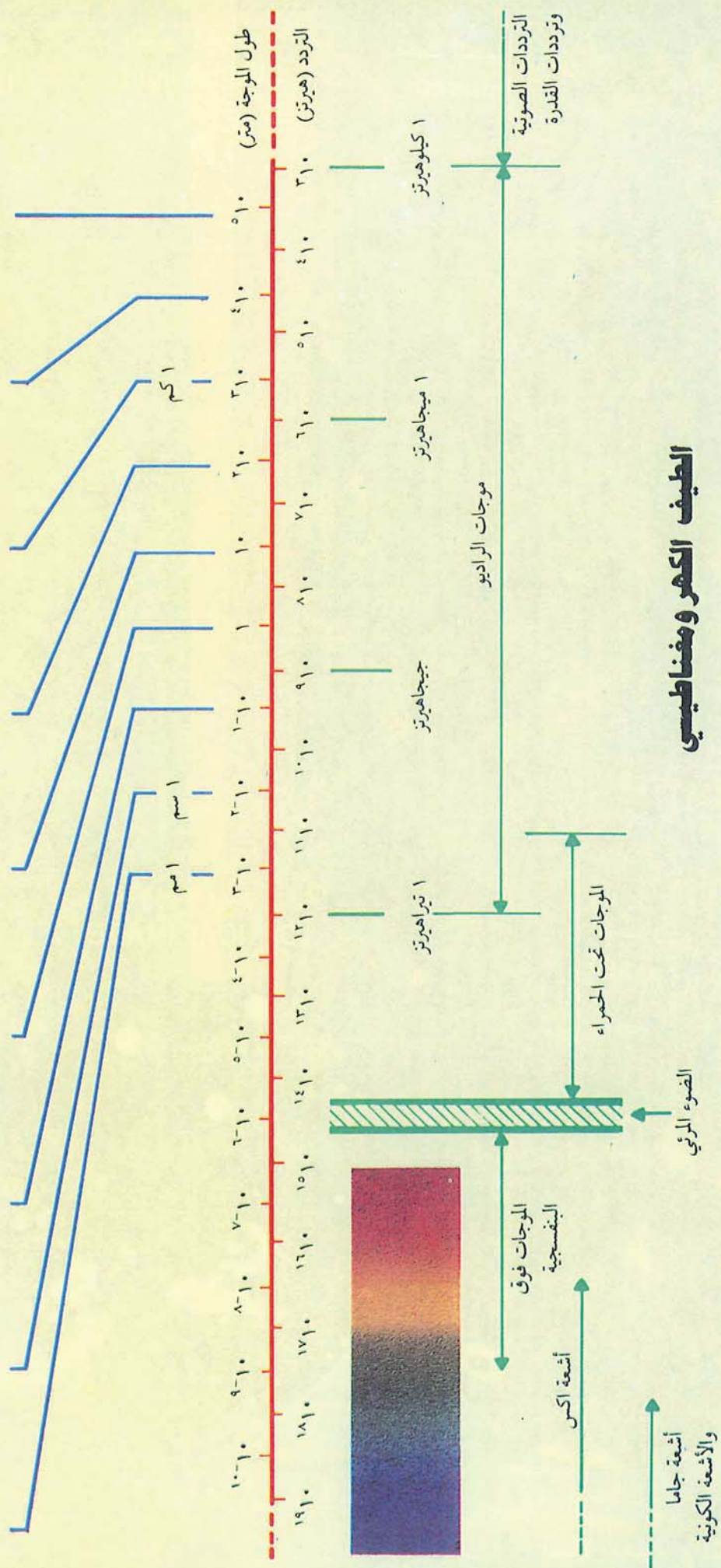
القارئ المهندس سعيد القابوس الغامدي - الظهران - أرجو ان يكون هذا العدد عن الاتصالات يرضي رغبتك بخصوص الدراسات الهندسية .

القارئ عبدالله بن عبدالرحمن بن دهيش يسأل عن شرح بعض المعلومات المتعلقة بتلوث الرصاص خصوصاً في الدهانات والتربة وقد تكرم الدكتور إبراهيم صالح المعتاز - عضو هيئة التحرير - بالاجابة التالية :

تستخدم مركبات الرصاص بشكل رئيس في انتاج وقود السيارات ( الجازولين ) ، وبشكل طفيف في بعض الصناعات المختلفة مثل الأصباغ والدهانات وبطاريات السيارات والسبائك وغيرها ( راجع العدد الرابع من مجلة العلوم والتقنية ص ١٧ - ١٩ ) . أهم الأسباب لاستخدام مركبات الرصاص في الدهانات يرجع لبعض الالوان المميزة لمركباتها ومزاياها الفيزيائية الجيدة حيث تمتاز معظمها



رقم النطاق	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠	١١
وصف النطاق	الترددات المنخفضة جداً	الترددات المنخفضة	الترددات المتوسطة	الترددات العالية	الترددات العالية جداً	الترددات فوق العالية	الترددات فوق العالية جداً	الترددات بالغة العلو
ملاحظات	الملاحة اتصالات تحت الأرض البحث العلمي	الملاحة إرشاد السفن	الموجات المتوسطة - الإذاعة - الحواة	الموجات القصيرة الإذاعة الاتصالات العسكرية	التلفزيون إذاعة التضمين الترددي المراقبة الجوية الخ ... الخ	التلفزيون الرادار التوابع العسكرية الخ ... الخ	الاتصالات الفضائية الرادار المكروويف الخ ... الخ	البحث العلمي التوابع الرادار



## الطيف الكهر ومغناطيسي



موجات الراديو  
radio waves

تحت الحمراء  
Infrared

الضوء المرئي  
Visible light

فوق البنفسجية  
Ultraviolet

الأشعة السينية  
X-rays

الأشعة الكونية  
Gamma Rays

صورة بالأشعة السينية  
X-RAY IMAGE

صورة ضوئية  
OPTICAL IMAGE

صورة بالراديو  
RADIO IMAGE

مجلة العلوم والتكنولوجيا

الطيف الترددي